



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TESIS DE DOCTOR EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Métricas de Inmersión para Sistemas de Realidad Virtual

Matías Nicolás Selzer

BAHÍA BLANCA

ARGENTINA

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TESIS DE DOCTOR EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Métricas de Inmersión para Sistemas de Realidad Virtual

Matías Nicolás Selzer

BAHÍA BLANCA

ARGENTINA

2021

Prefacio

Esta Tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Doctor en Ciencias de la Computación, de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación durante el período comprendido entre el 01/04/2016 y el 27/01/2021, bajo la dirección de la Dra. Silvia Mabel Castro y el Dr. Martín Leonardo Larrea.

Matías Nicolás Selzer



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
Secretaría General de Posgrado y Educación Continua

La presente tesis ha sido aprobada el / / , mereciendo la calificación de (.....)

Resumen

La Realidad Virtual es una tecnología que sumerge a los usuarios en ambientes virtuales generados por computadora y que hoy en día se utiliza en diferentes áreas de aplicación como la educación, la medicina, la psicología, el entrenamiento y el entretenimiento, entre otras. Los avances tecnológicos de los últimos años han favorecido la creación de diversos dispositivos y sistemas de realidad virtual, cada uno con distintas características de hardware y de software, que proporcionan distintos grados de inmersión. Los usuarios se comunican con los sistemas de realidad virtual a través de sus sentidos, como la vista, el oído y el tacto y, cuanto mayor comunicación exista entre éstos y el sistema de realidad virtual, más inmersivo será el sistema. De esta forma, la inmersión es una característica objetiva del sistema de realidad virtual que dependerá tanto de las características de hardware como de las de software de dicho sistema.

Los sistemas de realidad virtual actuales buscan mejorar la inmersión tanto como sea posible; sin embargo, no existe una métrica que permita medir la inmersión de un dado sistema de realidad virtual en función de sus características.

En esta tesis se propone una metodología para la elaboración de dicha métrica de inmersión. Para esto se presenta no solo un análisis y una clasificación de todas aquellas variables que según la literatura influyen en la sensación de inmersión, sino también un experimento que manipula dichas variables para la generación de un conjunto de datos que podrá ser analizado estadísticamente. Para este experimento se diseñó y desarrolló un sistema de realidad virtual que manipula los valores de dichas variables para que el usuario pueda evaluar el grado de inmersión correspondiente. A partir de los datos del experimento se presenta un análisis estadístico de las variables y una metodología de análisis de regresión para hallar modelos de inmersión en función de las variables del sistema. Estos modelos nos presentan ecuaciones de inmersión en función de las variables y por lo tanto constituyen las métricas de inmersión. Estas métricas son luego puestas a prueba en sistemas de realidad virtual comerciales, demostrando su eficacia y utilidad.

Las métricas de inmersión son una herramienta de gran utilidad en el área de realidad virtual y tecnologías inmersivas, no solo para medir la inmersión de cualquier sistema de realidad virtual dado, sino también para analizar la relación y la importancia de cada una de las variables o características de estos sistemas.

Abstract

Virtual Reality is a technology that immerses users into computer-generated virtual environments. Nowadays it is used in many different domains such as education, medicine, psychology, training, entertainment, among others. In recent years, technological advances have encouraged the creation of various virtual reality devices and systems, each with very different hardware and software features, and providing different immersion levels. Users communicate with the virtual reality systems through their senses, such as sight, hearing and touch, and the more communication there is between these senses and the virtual reality system, the more immersive the system is. Hence, immersion is an objective feature of the virtual reality system that relies on both, the hardware and software features of the system.

Current virtual reality systems aims to improve immersion as much as possible; however, there is no metric to measure the immersion level of a given virtual reality system based on its features.

This thesis proposes a methodology for the formulation of such immersion metric. To this end, not only an analysis and a classification of all those variables that according to the literature influence the feeling of immersion is presented, but also an experiment that manipulates these variables to generate a dataset that can be statistically analyzed. For this experiment, we designed and developed a virtual reality system that manipulates the values of these variables so that the user can evaluate the corresponding levels of immersion. From the data of the experiment, a statistical analysis of the variables and a regression analysis methodology are presented to find immersion models based on the variables of the system. These models provide us with immersion equations as a function of the variables and therefore constitute immersion metrics. These metrics are then tested in commercial virtual reality systems, proving their effectiveness and usefulness.

Immersion metrics are a very useful tool in the area of virtual reality and immersive technologies, not only to measure the immersion of any given virtual reality system, but also to analyze the relationship and importance of each of the variables or features of these systems.