

# Presencia e Inmersión en Realidad Virtual: factores que maximizan la sensación de estar dentro del ambiente virtual

Matías N. Selzer, Martín L. Larrea y Silvia M. Castro

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación,  
Universidad Nacional del Sur (DCIC-UNS)  
Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación (UNS-CONICET)  
Laboratorio de I+D en Visualización y Computación Gráfica, (UNS-CIC Prov. de Buenos Aires)  
{matias.selzer, mll, smc}@cs.uns.edu.ar

doctorales y alumnos de grado.

## Resumen

La Realidad Virtual es una tecnología que intenta sumergir a los usuarios en un mundo virtual generado por computadora. Aunque suele pensarse que el realismo gráfico es lo más importante, existen además otros factores que influyen en las sensaciones de presencia e inmersión percibidas, como el tipo de sonido, en campo de visión, la resolución del display, etc. La definición e influencia de dichos factores ha sido muy discutida en la literatura. Esta línea de investigación tiene como objetivo relevar dichos factores y analizar su impacto y relación con distintas técnicas computacionales y estadísticas. Se busca desarrollar una métrica que prediga el nivel de presencia e inmersión percibida por cualquier sistema de Realidad Virtual dado. Esta métrica y la importancia de cada factor brindará una guía para poder seleccionar el sistema y técnicas de Realidad Virtual que resulten más eficientes para la aplicación requerida.

**Palabras clave:** *Realidad Virtual, Interacción Humano Computadora en Realidad Virtual, Presencia e Inmersión*

## Contexto

Este trabajo se lleva a cabo en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica (VyGLab) del Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, de la Universidad Nacional del Sur. Los trabajos realizados bajo esta línea involucran a docentes investigadores, becarios

## 1. Introducción

La Realidad Virtual (RV) es una rama de las ciencias de la computación que promete sumergir al usuario en un mundo generado por computadora, al mismo tiempo que intenta desvanecer la línea entre lo real y lo ficticio. El avance tecnológico de los últimos años ha facilitado la posibilidad de generar y experimentar entornos virtuales y simulaciones cada vez más realistas. El mercado se encuentra actualmente inundado con juegos y simulaciones para entretener, motivar y divertir a los usuarios. Por el otro lado, el ámbito científico y comercial se enfoca principalmente en la creación de aplicaciones y sistemas muy específicos en áreas como la medicina ([1, 2, 3]), la arqueología ([4, 5]), el entrenamiento militar ([6]), o diferentes tipos de simulaciones ([7]).

En RV, la presencia se define como “la sensación de estar ahí”, es decir, la sensación de que uno de verdad pertenece a el mundo virtual que actualmente está experimentando ([8]). La inmersión, por el otro lado, está más relacionada al hardware utilizado y se define como “qué tanto de nuestros sentidos está comprendido por el sistema de RV?” ([9]). Por este motivo, la

presencia es una medida subjetiva que depende de la percepción de cada usuario; mientras que la inmersión es una medida objetiva que depende del sistema de RV que se esté utilizando. Se suele pensar que en un sistema de RV es fundamental maximizar el nivel de realismo gráfico para obtener la mayor sensación de presencia. Sin embargo, está demostrado que esto no es necesario ([10]).

Desde los inicios de la RV, muchos investigadores han tratado de definir qué aspectos o factores de un sistema de RV verdaderamente influyen en el nivel de presencia percibida. Algunos de los más relevantes incluyen la resolución de la pantalla, la calidad gráfica, el nivel de sonido, entre otras ([11, 12, 13]). Sin embargo, existe mucha discusión entre la verdadera influencia de dichos factores e incluso la relación entre ellos. Lo que es más, la mayoría de dichos trabajos no son actuales, por lo que sus experimentos no aprovechan las posibilidades de las tecnologías modernas.

Por este motivo, es de vital importancia realizar un estudio exhaustivo de todos aquellos factores que pueden influir en la sensación de presencia, y por lo tanto también en la sensación de inmersión producida por cualquier sistema de RV. Dicho análisis revelará los factores más relevantes que deben tenerse en cuenta a la hora de crear un nuevo sistema o a la hora de seleccionar uno de los sistemas existentes. Como la presencia y la inmersión son medidas generales de la percepción de los usuarios, este estudio beneficia cualquier área de aplicación que desee incorporar o complementarse con la tecnología de RV.

## **2. Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación**

Actualmente esta línea de investigación se enfoca en el análisis y relevamiento de todos aquellos factores que influyen en la sensación de presencia e inmersión en un sistema de RV. La cantidad de combinaciones de todos los componentes de dichos factores es muy extensa y no existe una forma directa de calcular el nivel de presencia o inmersión que produce cada una de ellas. Por este motivo, la participación de un usuario es pertinente para poder calificar cada una de dichas combinaciones. Aunque no será posible calificar todas las combinaciones, con un gran número basta para realizar un análisis. A partir de esto, nuestra línea de investigación trata de hallar una métrica que relacione aquellos factores que influyen mayormente en la determinación de estos niveles de presencia e inmersión. Con esta métrica se puede entonces predecir el nivel de presencia o inmersión que generaría cualquier sistema de RV dado.

A partir de las combinaciones de factores generadas con su correspondiente calificación del usuario, se forma un dataset que puede utilizarse para realizar diversos análisis.

- **Predictor de presencia e inmersión:** dado un determinado sistema de RV, resulta importante predecir el grado máximo de presencia e inmersión que éste produce. Esta línea trabaja en conjunto con técnicas de Machine Learning para la generación de dicho predictor a partir del dataset ya construido.
- **Importancia y optimización de los factores:** como la cantidad de factores

que influyen en el nivel de presencia e inmersión de los sistemas de RV es muy grande (al menos 30), resulta difícil optimizar manualmente cada uno de ellos cuando se desea desarrollar un nuevo sistema. Por este motivo, es importante identificar aquellos factores que más influyen en el nivel de presencia e inmersión final. Al reducir considerablemente la cantidad de factores, el diseñador de un nuevo sistema puede enfocarse en la optimización de los mismos, mejorando así el grado de presencia e inmersión del sistema.

- **Análisis estadísticos:** a partir del dataset construido se pueden comparar los factores entre sí para determinar si existe alguna correlación entre los mismos. De esta forma se puede calcular la interacción entre ellos y la influencia que tienen en el valor final de presencia e inmersión.

### 3. Resultados y Objetivos

Sobre los ejes presentados se han obtenido resultados parciales. Actualmente se está desarrollando una aplicación de RV que genere aleatoriamente un escenario distinto en función de cada uno de los factores identificados. Por ejemplo, un escenario tendrá determinada resolución de pantalla, nivel gráfico, tipo de audio, tipo de tracking, etc.; mientras que otro escenario generado tendrá factores completamente distintos. La aplicación permitirá a los usuarios experimentar un escenario generado durante un tiempo determinado para que finalmente dichos usuarios califiquen el escenario según el nivel de presencia experimentado. Los usuarios podrán realizar esto todas las veces que deseen y cada prueba constituirá

una nueva muestra del dataset. Esperamos que en sistema esté online todo el tiempo posible para que el dataset siga creciendo, lo que ayudará a obtener mejores predictores y análisis estadísticos entre las variables.

### 4. Formación de Recursos Humanos

En lo concerniente a la formación de recursos humanos se detallan las tesis en desarrollo y concluidas relaciones con las líneas de investigación presentadas:

#### Tesis Concluidas

“Interacción Humano Computadora en Ambientes Virtuales”, tesis de posgrado para el Magíster en Ciencias de la Computación. Alumno: Matías Selzer. Director: Martín Larrea.

#### Tesis en Desarrollo

“Métricas de Inmersión para sistemas de Realidad Virtual”, tesis de posgrado para Doctor en Ciencias de la Computación. Alumno: Matías Selzer. Director: Silvia M. Castro. Co-Director: Martín L. Larrea.

“La Realidad Virtual como Herramienta para el Desarrollo Arquitectónico”, tesis de grado de Ingeniería en Sistemas de Información. Alumnos: Facundo Reissing, Sebastián Vicente. Director: Martín L. Larrea. Colaborador: Matías N. Selzer.

### 5. Bibliografía

1. Freedman, S. A., Dayan, E., Kimelman, Y. B., Weissman, H., & Eitan, R. (2015). Early intervention for preventing posttraumatic stress disorder: an Internet-based virtual reality treatment. *European journal of psychotraumatology*, 6.

2. Rothbaum, B. O., Price, M., Jovanovic, T., Norrholm, S. D., Gerardi, M., Dunlop, B. & Ressler, K. J. (2014). A randomized, double-blind evaluation of D-cycloserine or alprazolam combined with virtual reality exposure therapy for posttraumatic stress disorder in Iraq and Afghanistan War veterans. *American Journal of Psychiatry*.
3. Gorini, A., & Riva, G. (2014). Virtual reality in anxiety disorders: the past and the future. *Expert Review of Neurotherapeutics*.
4. Lynch, J., & Corrado, G. (2014). Arqueología virtual aplicada al sitio Villavil, Catamarca, Argentina Virtual Archaeology applied to the site Villavil, Catamarca, Argentina.
5. Gaugne, R., Gouranton, V., Dumont, G., Chauffaut, A., & Arnaldi, B. (2014). Immersia, an open immersive infrastructure: doing archaeology in virtual reality. *Archeologia e Calcolatori, supplemento 5*, 1-10.
6. Carroll, J. M. (Ed.). (2003). *HCI models, theories, and frameworks: Toward a multidisciplinary science*. Morgan Kaufmann.
7. Schreuder, H. W., Persson, J. E., Wolswijk, R. G., Ihse, I., Schijven, M. P., & Verheijen, R. H. (2014). Validation of a novel virtual reality simulator for robotic surgery. *The Scientific World Journal*, 2014.
8. Bob G Witmer and Michael J Singer. Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence*, 7(3):225–240, 1998.
9. Mel Slater. Measuring presence: A response to the witmer and singer presence questionnaire. *Presence*, 8(5):560–565, 1999.
10. Rheingold, H. (1991). *Virtual reality: exploring the brave new technologies*. Simon & Schuster Adult Publishing Group.
11. Khanna, P., Yu, I., Mortensen, J., and Slater, M. (2006). Presence in response to dynamic visual realism: A preliminary report of an experiment study. In *Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, VRST '06*, pages 364–367, New York, NY, USA. ACM.
12. Jsselsteijn, W., Ridder, H. d., Freeman, J., Avons, S. E., and Bouwhuis, D. (2001). Effects of stereoscopic presentation, image motion, and screen size on subjective and objective corroborative measures of presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3):298–311.
13. Skarbez, R., Brooks, Jr., F. P., and Whitton, M. C. (2017a). A survey of presence and related concepts. *ACM Comput. Surv.*, 50(6):96:1–96:39.