

**Design of Virtual Environments Using Multi-screen,  
3D Sound and Stereoscopic Systems**

A PhD Thesis presented by

**Marva Angélica Mora Lumbreras**

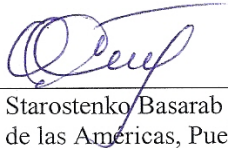
Approved by



Dr. Fernando Antonio Aguilera Ramírez  
Universidad de las Américas, Puebla



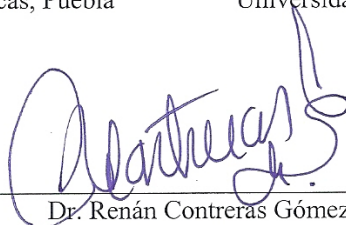
Dr. Daniel Vallejo Rodríguez  
Universidad de las Américas, Puebla



Dr. Oleg Starostenko Basarab  
Universidad de las Américas, Puebla



Dr. Ricardo Pérez Aguila  
Universidad Tecnológica de la Mixteca



Dr. Renán Contreras Gómez  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey  
Campus Puebla

Fundación Universidad de las Américas, Puebla  
Santa Catarina Mártir, Cholula, Puebla, México  
May 14th, 2010

## **Dedications (Dedicatorias)**

Dedico esta tesis con cariño:

A Dios por ayudarme a alcanzar esta gran meta.

A mi preciosa hijita Aeris por ser mi gran tesoro, mi gran amiga y una hijita comprensiva.

A mi esposo Enrique por apoyarme en este proyecto, por darme muchos ánimos, acompañarme en momentos difíciles, por su comprensión y amor.

A mi mamita por ser una amiga, por ser comprensiva y por el gran apoyo que me brinda, durante estos años de trabajo.

A mi papito por haberme inculcado de alguna manera mi interés en los libros y por transmitirme tranquilidad en los momentos más difíciles.

## **Acknowledgements (Agradecimientos)**

Agradezco al Dr. Fernando Antonio Aguilera Ramírez, por haberme apoyado en la dirección de esta tesis, por todo el conocimiento que me compartió a lo largo de estos años de trabajo, por todas las revisiones, comentarios y sugerencias que permitieron la conclusión de este trabajo.

A mis sinodales por la lectura, y los acertados comentarios que lograron enriquecer este documento.

A todos mis profesores ya que fueron parte importante en mi formación doctoral.

Agradezco a la Universidad de las Américas, Puebla y a CONACYT por creer en mí y apoyarme con una beca.

Agradezco a la Universidad Autónoma de Tlaxcala por apoyarme en este proyecto. Agradezco mucho al M.C. Marlon Luna Sánchez y al M.C Antonio Durante Murillo por su apoyo en este trabajo. Igualmente agradezco a PROMEP por su apoyo con una beca de redacción de tesis.

Agradezco a mi esposo Enrique Flores Sandoval por todo el apoyo que me brindo durante estos años de trabajo, por sus consejos, por su entusiasmo en este proyecto y por creer en mí, animándome en todo momento.

Un agradecimiento especial a la Dra. María Elena Hernández Hernández, a Ms. Kate y al profesor Roberto Ortega por su apoyo incondicional en este trabajo.

Agradezco a todas las personas que de manera directa o indirectamente participaron para que este trabajo fuera una realidad.

## Abstract

The technological evolution has resulted in a series of benefits to the Virtual Reality area. Now it is possible to represent knowledge in an interactive way where visual, haptic and audible aspects are combined, allowing for the improvement of our perception, imagination and manipulation.

Virtual Reality scientists are always improving the interaction with the users using friendly environments and sophisticated tools. Nevertheless, the construction of a virtual environment involves many tasks, such as multi-screen displaying, computer-simulated worlds, stereoscopic techniques, manipulation, navigation, sound, etc.

This dissertation focuses on the construction of virtual environments, and the results of this research is specially directed to researchers of public and private Universities and others Institutions, which have the challenge of constructing a virtual environment.

This work presents a set of contributions towards building a variety of virtual environments. It specifically includes:

- A proposed model for building virtual environments using multiple screens placed at arbitrary positions and orientations.
- A mathematical description for determining the space requirements and building multi-screen environments (CAVEs) of specific dimensions.
- The adaptation of three stereoscopic devices: a Cazes-type stereoscope, a Wheatstone-type stereoscope and a boxed-type stereoscope.
  - o Proposed model for a Cazes-type digital stereoscope and equations for computing the size of the mirrors involved.
  - o Proposed model for a Wheatstone-type digital stereoscope and a mathematical description of the proposed for computing the dimensions of the stereoscope
  - o Proposed model for a Boxed-type digital stereoscope
- Analysis and study of the behavior of sound on combining: "Navigation, 3D objects and 3D sound" and mathematical solutions to problems of coherence of sound.
- A proposed model for building adaptable virtual environments and an analysis of three kind of manipulations

The results obtained in othis research allow for the construction of open and flexible virtual environments, from very simple models to somewhat complex ones.