

Proyecto educativo universitario mesa topográfica digital interactiva

Mónica A Torrejón^{1,2}, Carlos A López Angulo^{1,2}, Luis E Lenzano Andia^{1,2}, María A Videla^{1,2}, Andrés LoVecchio¹ & Daniel Falaschi¹

La Carrera de Geografía en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNCuyo, y en particular el abordaje del estudio dentro del Campo de las Ciencias de la Tierra, necesitaba desde el punto cognitivo, un cambio en el proceso de enseñanza–aprendizaje vinculado a la realidad aumentada virtual.

La mesa topográfica digital fue inaugurada el día 21 de noviembre de 2017, coincidiendo con el día del Geógrafo, demostrando la potencialidad de las geoherramientas como mecanismo para el aprendizaje teniendo en cuenta las tendencias de BIG DATA y DATA MINING en las ciencias espaciales.

Uno de los atractivos más importantes de la incorporación de la mesa topográfica digital tiene que ver con la posibilidad de modelar en tiempo real y dinámico la topografía terrestre, siendo esto posible por la integración de sensores de alta tecnología. El análisis alcanza todavía más riqueza cuando es posible modelar y simular eventos de lluvia, nevadas y erupciones volcánicas y sus efectos, a partir de la topografía modelada previamente.

Este proyecto educativo nace de la necesidad de contar con herramientas tecnológicas y didácticas indispensables para la enseñanza de la Geografía, pone en contexto todo el despliegue de la topografía y estudia la representación gráfica de la superficie terrestre. Es una herramienta educativa flexible que puede ser utilizada para explorar la importancia del agua, a través de las líneas de investigación en hidrología y geología y estudios ambientales, por ejemplo, relación entre el ser humano y el ambiente, lectura y comprensión de mapas topográficos, curvas de nivel, cuencas hidrográficas, etc.

En otras palabras, la posibilidad de modelar procesos naturales como los antes descriptos supone poder generar escenarios y conocer las zonas tendientes a inundaciones o no por intensas lluvias, comportamiento de la escorrentía superficial por control topográfico, superficies inundadas por la presencia de represamientos naturales y humanos, entre otras tantas aplicaciones.

Cabe destacar que la mesa topográfica digital fue la primera en desarrollarse en una universidad de la Argentina

Básicamente es una caja de arena que utiliza el concepto de realidad aumentada en la que los objetos en el mundo físico pueden ser alterados o manejados por una computadora (Figura 1). Un proyector y un sensor Kinect 3D montados encima de la caja de arena hacen que el alumno o el visitante interactúe en todo momento con la exposición.

FUNDAMENTOS DE LA MESA TOPOGRÁFICA

El software de conducción se basa en el kit de herramientas de desarrollo Vrui VR y el marco de procesamiento de vídeo 3D de Kinect, y está disponible para su descarga bajo la Licencia Pública General de GNU (todo de uso libre).

Como parte de este proyecto, se desarrollaron principalmente las aplicaciones de visualización 3D para enseñar conceptos de ciencias de la tierra, pero también construcción práctica en la exposición de la combinación de una caja de arena real, topografía virtual y agua creada mediante un circuito cerrado con una cámara Microsoft Kinect 3D, un potente software de simulación y visualización, y un proyector de datos.

¹Laboratorio de técnicas en geografía física, FFYL – UNCUYO. Email: torrejon13@gmail.com

²Instituto del ambiente y los recursos naturales (idearn), FFYL – UNCUYO.

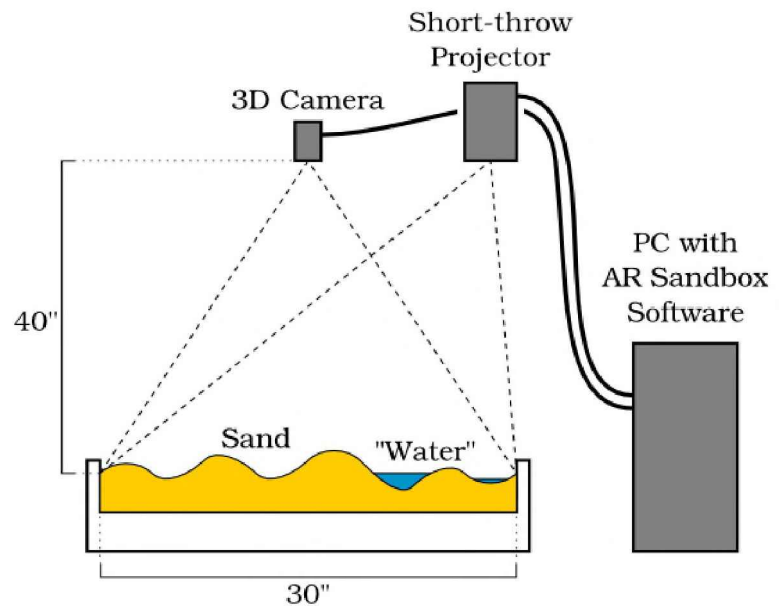


Figura 1. Esquema de armado de la mesa topográfica.

REQUISITOS DEL HARDWARE

CPU de 2 GB de RAM como mínimo para ejecutar el software AR en Linux, una tarjeta gráfica Nvidia GeForce GTX 970, 1060 o 1070. La PC otorgada al proyecto fue una PC usada, con una placa base marca Gigabyte, modelo GA-H97-HD3, con un procesador modelo i7 4790, con una velocidad de 3,8GHz y 8Mb de caché. La memoria RAM DDR3 de un solo slot de 8Gb y 1333MHz de velocidad. La memoria ROM estaba compuesta por un disco duro mecánico marca Western Digital WD, de 1Tb de almacenamiento y 7.200 rpm.

Al principio se trabajó con la placa de video integrada que trae la motherboard, pero se comprobó que su capacidad de procesamiento era pobre para poder hacer la simulación de precipitaciones sobre el terreno. Esta simulación se efectuaba, pero a una muy lenta velocidad y se tildaba el programa. Por esto, sumado a los consejos de la UC Davis, se decidió dotar a la PC de una placa de video externa dedicada. Se optó por una marca Gigabyte GTX 1050 Ti con tecnología NVidia y 4Gb de memoria RAM. Después de esta modificación, los procesos se ejecutaban con total normalidad en tiempo real.

Una cámara de Microsoft Kinect 3D (Kinect para la Xbox 1414 y 1473 y Kinect para Windows). Idealmente, de tiro corto (por razones de costo se utilizó uno de tiro largo y se adaptó a la distancia requerida) y una relación de aspecto 4:3 nativa para que coincida con el campo de visión de la cámara Kinect. El espíritu de este proyecto está realizado sobre la libertad de difusión que da el software libre de licencia, comúnmente llamado "Sistema Operativo Open Source Gratuito". Por este motivo, se eligió el sistema operativo LINUX. Después de probar innumerable cantidad de versiones, entre ellas UBUNTU, se optó por el entorno LINUX Mint 19 "Tara" en español por su gran estabilidad. Hay que destacar que la UC Davis otorga la programación básica, la cual está hecha en lenguaje C, en la variante utilizada por el compilador GCC, junto a unas "librerías" escritas en lenguaje ensamblador. Es de prestar especial atención a las actualizaciones de software general de este entorno para que el programa "fluya libremente".

Con respecto a los drivers de la placa de video dedicada, no los traía de origen para Linux, sólo para Windows y MAC OS. En este aspecto se tuvo que trabajar con varios distribuidores particulares y aportar en el código un poco de experiencia propia, en especial sobre la velocidad de actuación y recuperación de los frames. Sin estas modificaciones, el sistema toma a la placa como genérica y las opciones de precipitaciones se ven anuladas.

Una vez descargado todo el software base, se procedió a instalarlo. Luego, este software requiere una calibración física. Esta calibración, extrínseca e intrínseca, se debe realizar, primero, obteniendo


```
oem@system76-pc: ~
oem@system76-pc:~$ RawKinectViewer -compress 0
Depth-space plane equation:  $x * (0.0017954, -0.00878242, 0.99996) = 727.847$ 
Camera-space plane equation:  $x * (-0.00287155, 0.0140466, 0.999897) = -95.9598$ 
oem@system76-pc:~$
```

Figura 2. Parte del código de instalación.

las coordenadas x, y, z del entorno de la mesa (las cuatro esquinas interiores) y, posteriormente, requiere una calibración de 12 puntos diferentes, sobre la arena a 3 diferentes alturas. Se destaca que todo esto se va realizando mediante programación en dicho lenguaje y, tiene la particularidad, que lo realizado sólo se ve al final del proceso. No hay ningún tipo de advertencia si en el momento estamos haciendo las cosas bien y, sino, repetir las.

Hay que destacar que los frutos de esta calibración se ven al final, cuando se pone a correr el programa. Como la UC Davis sólo manda los archivos primarios y, debido a que es un software que tiene una comunidad muy grande que lo hace avanzar y modificarse continuamente, son indispensables los conocimientos en programación. Y más en este lenguaje, para poder adaptar todo el sistema a las particularidades de cada caja. En nuestro caso, tuvimos que mutar varias veces el archivo GETIT y los archivos BIN y SRC para que pudiera trabajarse en línea.

Cajón de madera, con un tamaño de espacio aislado de 40" \times 30" o 1 m \times 0.75 m, lo que permite una altura de montaje de la cámara Kinect de aproximadamente 40" o 1 m. A esta altura, la resolución horizontal nominal de la cámara es de 1.56 mm, y su resolución horizontal efectiva es lo suficientemente alta como para resolver características del orden de 5 mm. El cajón de arena se realizó con madera reciclada de tableros de dibujo obsoletos, respetando las medidas de 4:3, siendo de 1 m \times 0.75 m. Se le dio una altura de 1 m y un parante, en forma de L invertida, en un costado, para sostener el Kinect en el centro de la superficie. Por dentro se le colocó membrana impermeabilizante para techos (para evitar que la humedad se propague a la madera) y ángulos internos para que no se abriera y soportara la fuerza de la arena.

Con respecto al relleno, se buscó arena blanca de cuarzo muy fina, para que los colores se vieran reflejados lo más real posible. Debido a la alta volatilidad de este relleno, se llegó a la conclusión que siempre era mejor mojarlo con el rociador y trabajar con guantes de látex.

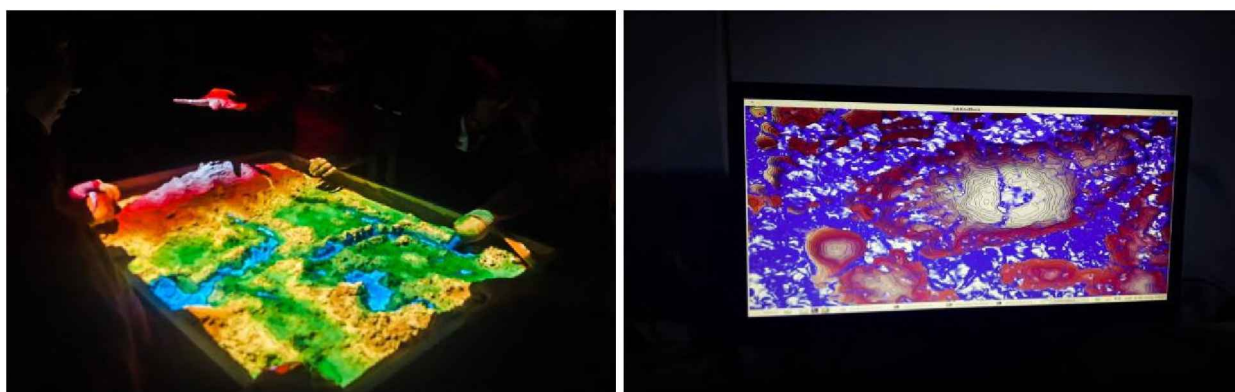


Figura 3. Mesa topográfica en ejecución.

INSTALACIÓN DEL SOFTWARE

El proceso básico es instalar los paquetes de software Vrui, Kinect y SARndbox, en ese orden, además de un sistema operativo Linux (Figura 2).

El desarrollo, el armado y la programación fue realizado por los estudiantes de grado Mónica Analía Torrejón y Carlos Alberto López Angulo.

Agradecimientos A las autoridades de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNCuyo, Dr. Adolfo Omar Cueto A la Directora del Departamento de Geografía, Magister Lic. Eda Claudia Valpreda.