

ON-LINE INTERACTIVE POINTCLOUD MODELS

Alejandro Marambio

UPC. CPSV

Alejandro.E.Marambio@upc.edu

Ariosto Montisano

UPC. CPSV

Juan Corso

UPC. CPSV

Jordi Casals

UPC. CPSV

The aim of scanning a broken Megalit near the community of Pons, Catalonia, Spain, was the generation of an interactive high density pointcloud model of its fragments in order to give the specialist a tool to generate possible reconstructions in an on-line virtual environment. Laser scanning of the site was done during different stages of the excavation, and individual scans were made of each fragment. An interactive high precision 3d model was constructed using videogame software. Advantages and disadvantages of working with high density pointcloud in an on-line interactive system are discussed.

INTRODUCCIÓN

1.1 El registro de Yacimientos Arqueológicos con Láser Escáner Terrestre

La importancia de una buena documentación es reconocida en el contexto de los sitios Patrimoniales. El Patrimonio Cultural está sujeto no sólo al envejecimiento natural sino también a todo tipo de accidentes naturales, intervenciones inadecuadas, a modificaciones, e incluso al vandalismo. Una documentación completa y rigurosa proporciona la base para estudios de restauración, estudio y difusión, y permite la construcción de modelos físicos y/o virtuales para su mejor comprensión.

En el mundo físico real, los objetos materiales son elementos en 3D, sin importar si es la fachada de un monumento, la forma de una vasija cerámica, las inscripciones en un documento de papel o los restos de un túmulo funerario. La tecnología del escáner láser permite registrar en un formato 3D y de forma digital estos objetos.

El registro con escáner láser 3D es una técnica que aprovecha los beneficios de la luz láser, para adquirir, almacenar y procesar información 3D de los objetos, usando un rayo láser de baja potencia como fuente de luz y detectando su reflejo sobre la superficie de un objeto en sensores muy sensibles. La exploración del escáner láser alrededor de la superficie del objeto permite una documentación tridimensional completa de la superficie.

La documentación generada puede contener una información geométrica más precisa y mayor volumen de datos, además de ofrecer una intervención sin contacto con el objeto de estudio y capturar los datos en tiempos mucho más cortos que con otros métodos de topografía convencionales.

1.2 Objetivos del Proyecto

En los trabajos de construcción de los acueductos de la red de distribución de agua entre Segarra-Garrigues, en el proceso de las excavaciones a lo largo de la carretera de Ponts, una máquina perforadora se encontró en enero del 2007 con grandes pedazos de roca, que fueron sacados al aire rápidamente, desvelando los restos de un tumba megalítica.

El Grupo de Investigación Prehistórica de la Universidad de Lleida, bajo la dirección de los profesores Joan López y Andreu Moya, contacto con el Laboratorio de Modelización Virtual de la Ciudad, LMVC, de la Universidad Politécnica de Barcelona, con el propósito de realizar la documentación de un Megalito recientemente descubierto. A parte de la documentación, se necesitaba generar una herramienta que permitiera manipular de forma interactiva las piezas encontradas del megalito, pudiendo posicionarlas de distintas maneras en un ambiente 3D, facilitando su estudio y posibles reconstrucciones virtuales en su concepción original.

Se optó por el levantamiento con laser escáner por la brevedad de tiempo en que debía realizarse la documentación, debido a la urgencia en que de las piedras debían ser removidas del lugar descubiertas y la continuación de la construcción del acueducto. Para esto se generaron varios modelos de nube de puntos del Megalito, correspondientes a tres etapas significativas de las excavaciones, así como de un modelo de alta resolución de cada una de las piedras una vez limpias.

Finalmente se generaron modelos de polígonos de alta resolución de las piedras, para la construcción de un modelo interactivo en una aplicación de código abierto en internet, permitiendo a usuarios especializados y no especializados visualizar en 3D, tanto los modelos de las excavaciones como proponer reconstrucciones virtuales del megalito.

1.3 El Megalito

El megalito está ubicado a unos 5 Km. De la localidad de Ponts (2.323 habitantes) que pertenece a la comarca de Noguera, en Catalunya, España.

El hallazgo es una construcción Megalítica, consistente en varias losas de piedras (menhires) hincadas en la tierra en posición vertical y una losa de cubierta horizontal, apoyada sobre las verticales. Este en específico es un monumento funerario de 5000 años, que por su singularidad no tiene precedente en toda la península ibérica, se podrían remitir a los grandes monumentos megalíticos de la Bretaña y de las islas del mediterráneo central, para encontrar tumbas de una complejidad y cualidad artística similar. Así, el descubrimiento constituiría un referente en el estudio de las manifestaciones funerarias del final del neolítico y calcolítico catalán, pasando a forma parte importante en los manuales de la Prehistoria Europa.

El túmulo, que resulto parcialmente seccionado durante los trabajos, está delimitado por un cromlec (anillo de piedras clavadas) y presenta una forma ovalada (9 X 6 metros) y conserva aun la mitad del cuarto de piedras formada por dos losas de grandes dimensiones, las otras dos han sido removidas del lugar, pudiendo ser reconstruido posteriormente en su totalidad. La excepcionalidad de dicho monumento, radica en que las losas

están profusamente decoradas, por las dos caras así como por los lados laterales, con motivos geométricos.



Figura 1. Vista general de la excavación

METODOLOGÍA

El post proceso consistió en dos partes: la obtención de la nube de puntos del monumento, y la realización del modelo interactivo On-line.

2.1 Modelos 3D de nubes de puntos

El escáner láser utilizado para el levantamiento es un *RIEGL LMS-Z420i*. Es un sensor resistente y fácilmente transportable diseñado especialmente para la adquisición rápida de imágenes tridimensionales de alta calidad, incluso bajo condiciones ambientales complicadas, ofreciendo una combinación de alta calidad de un amplio campo visual ($80^\circ \times 360^\circ$, un alto alcance de 250m), y una rápida adquisición de datos (3 millones de mediciones en 4 minutos).

La toma de Datos de este proyecto se realizó en varias etapas, en un intervalo de 6 semanas, y en dos lugares diferentes. Cada toma de datos, se realizó en un promedio de 10 días entre toma y toma, teniendo un total de 5 días de toma de datos. Se realizaron 3 levantamientos en el lugar de excavación, que coincidían con etapas del avance de las excavaciones realizadas por los arqueólogos en el lugar donde se encontraron las piedras. La primera toma de datos tenía un total de 4.2 Millones de puntos, obtenidas con 10 posiciones y 100 imágenes para la texturización de las piedras. La segunda toma de datos consistió en 4 posiciones, con un total de 6.5 millones de puntos y 40 imágenes. La tercera con 5 posiciones, 9.1 millones y 22 imágenes.



Figura 2. Vistas Generales de los etapas significativas de la excavación

Además de los levantamientos realizados en el terreno del descubrimiento, se realizaron dos toma de datos más, a otros megalitos que formaban parte del Dolmen original, encontrados también en el lugar de la excavación, pero que habían sido cortadas por la máquina excavadora y trasladadas a un lugar seguro para evitar mayor alteración. La primera de estas dos consistió en 4 posiciones con 6.5 millones de puntos y 8 imágenes, la segunda toma fueron 4 posiciones con 5.7 millones de puntos y 9 imágenes.

Como el levantamiento se realizó por partes, fue necesario la integración de las nubes de puntos en un solo modelo. En este proceso se realizó una limpieza de los puntos duplicados y se disminuyó el ruido del escáner (3cm), las imágenes fueron ecualizadas para igualar sus propiedades (iluminación, tono y contraste) para luego ser aplicadas al modelo de nube de puntos.

Finalmente el modelo de nube de puntos permite la generación de información arquitectónica a través de Perspectivas, Plantas Arquitectónicas, Fachadas y Secciones y Animaciones.

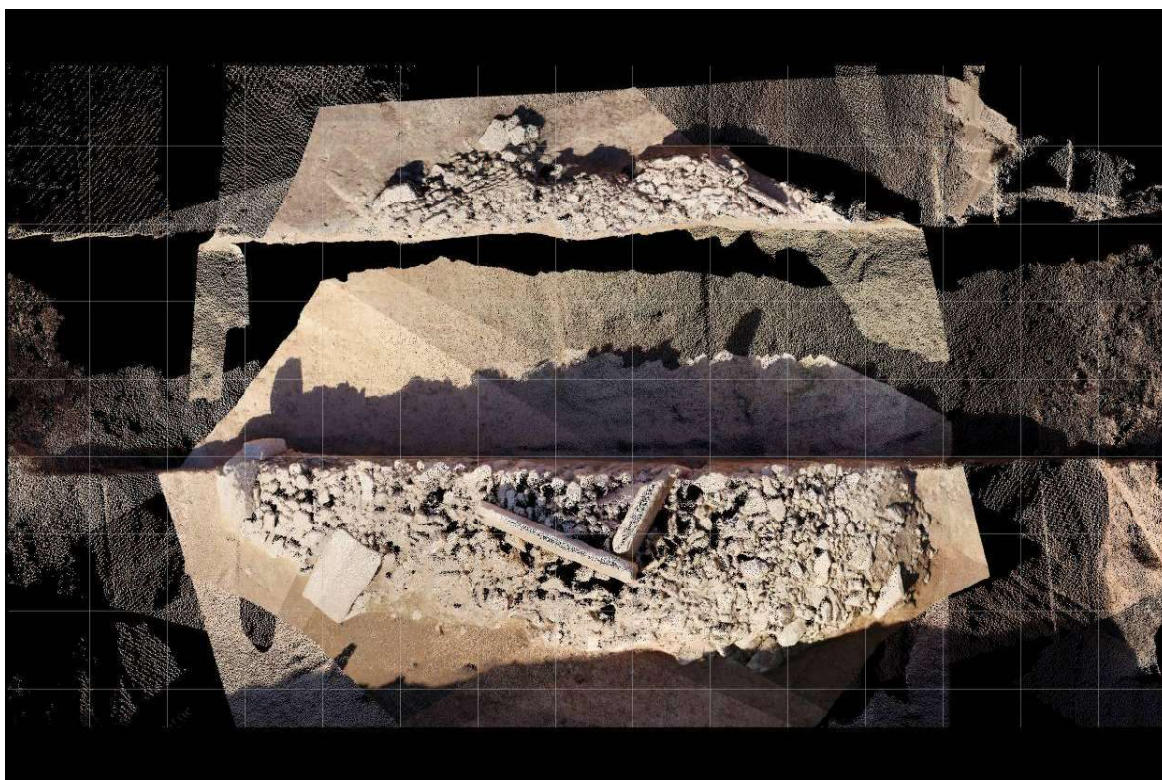


Figura 3. Planta General esc 1:50. 120 millones de puntos (X, Y, Z, i, R, G, B)

2.2 Modelo Interactivo Online

Surge la necesidad de poder interactuar con la información que nos dan los sistemas de levantamiento de alta definición láser, como estrategia de estudio e investigación profesional y como metodología para transmitir una información extensa y detallada a un amplio número de personas, siendo una clase de comunicación que adquiere sentido al poder ser descargada por cualquier usuario desde internet.

restricciones, con el objetivo de interpretar el espacio y sus componentes desde diferentes niveles de aproximación.

Los cuales pueden ser registrados de forma fotográfica desde la aplicación de Internet, siendo el desplazamiento ortogonal una herramienta para generar orto imágenes. Desde este punto de vista utilizando un plano de sección, se puede ocultar selectivamente una parte de la nube de puntos, permitiendo generar secciones, alzados, plantas y perspectivas seccionadas.

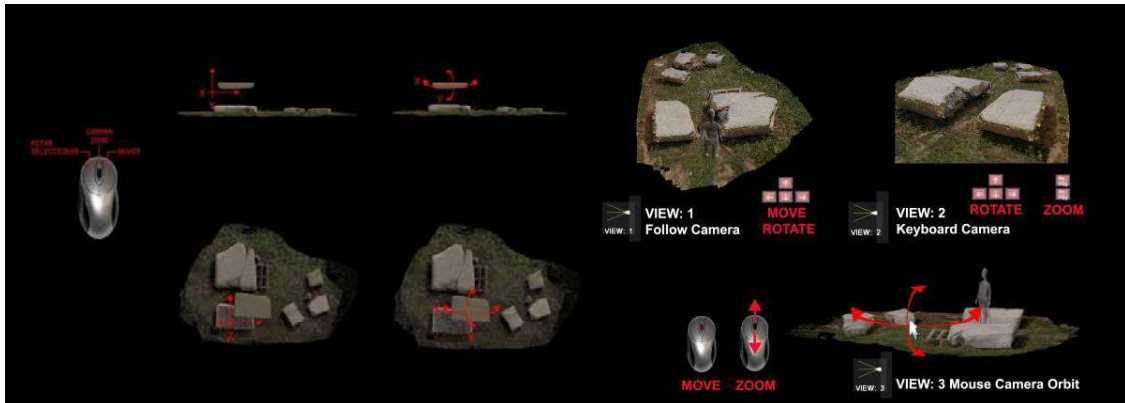


Figura 6. Interfaz para manipular la visualización e interacción de elementos mallas.

Al mismo tiempo se puede trabajar con diferentes niveles de detalle y resolución, aumentando o disminuyendo la densidad de la nube de puntos al acercarse o alejarse del proyecto, también al modificar la densidad de forma selectiva, al aumentar el tamaño de los puntos sobre la zona en que el puntero del mouse se coloque. Del mismo modo se pueden crear hipervínculos entre diferentes escenas, para cargar archivos con diferentes niveles de información, teniendo una visión general menos densa y vínculos con sub categorías más detalladas y con aplicaciones específicas.

Generado el contexto y situación actual del levantamiento arqueológico mediante la nube de puntos, se quiso profundizar más al mallar y texturizar cada elemento, para ser manipulado en tres dimensiones mediante el mouse, permitiendo ensamblar los megalitos como parte del análisis arqueológico (cada megalito puede pesar entre 30Kg y 150kg), generando nuevas interpretaciones, en la que las posiciones de los elementos puede ser guardada y reproducida, como puntos de comparación y análisis.



Figura 5. Planta general (120 millones de mediciones) y menhires mallas.

Por último se introdujo un avatar para que estos elementos se pudieran interpretar fácilmente en su dimensión y contexto, generando un sentido de especialidad y de interacción con la información que muestra el proyecto.



Figura 5. Relación del avatar con los menhires y el contexto.

CONCLUSIONES

Los modelos 3D de alta precisión son una herramienta fundamental en el estudio y conservación del Patrimonio Arquitectónico. Los modelos de nubes de puntos no solo ofrecen la posibilidad de generar documentación tradicional como plantas, secciones, perspectivas. Al ser una documentación en formato digital permiten el desarrollo de otras herramientas para el análisis y una mejor comprensión del medio socio-cultural en el que fue descubierto.

La posibilidad de visualizar modelos de nubes de puntos densos en internet e interactuar con ellos, es bastante limitada. Actualmente esta visualización depende de la capacidad que tienen los motores de gestionar un número determinado de puntos, que según nuestra experiencia no supera los 3 millones de puntos. Esta cantidad resulta insuficiente si consideramos que los modelos originales tienen más de 120 millones de puntos, por lo que hay una pérdida significativa de calidad en la información.

Otro de los problemas detectados ha sido la precisión que presentan los escáneres de tiempo de vuelo, insuficiente para la correcta representación de los detalles de las texturas talladas en las piedras debidas al ruido del instrumento (3 cm). Se requiere un cambio de tecnología como el uso de un escáner de triangulación para documentar esos detalles.

Sin embargo la posibilidad de que varios usuarios puedan interactuar con las piezas en un modelo virtual al mismo tiempo en tiempo real e intercambien información, ofrece una nueva forma de que usuarios expertos profundicen en el conocimiento.

Trabajo Futuro:

Este proyecto continuará hasta finales de 2007 y actualmente se están realizando barridos de las piedras de manera individual con un laser escáner de triangulación, Minolta Vivid900, para completar los modelos de las

pedras con resoluciones de 1mm, precisión requerida para el levantamiento de los detalles geométricos tallados en las pedras.

BIBLIOGRAFÍA

- Addison, A.C. 2000. Emerging trends in virtual heritage, *Multimedia IEEE*, Volume: 7 Issue: 2, Apr-Jun.
- Addison, A.C.; Gaiani, M. 2000. Virtualized architectural heritage: new tools and techniques, *Multimedia IEEE*, Volume: 7 Issue: 2, Apr-Jun 2000, p.p. 26-31.
- Barber, D., J. Mills and P. Bryan. 2001. "Laser Scanning and Photogrammetry: 21st Century Metrology." *Proceedings of the Surveying and Documentation of Historic Buildings - Monuments - Sites Traditional and Modern Methods*, CIPA 2001 International Symposium, Potsdam.
- Beraldin, J.A., M. Picard, S. El-Hakim, G. Godin, V. Valzano, and A. Bandiera. "Combining 3D Technologies for Cultural Heritage Interpretation and Entertainment." Berladin, J.A., S. El-Hakim, A. Gruen, and J. Walton (eds). *Videometrics VIII*, SPIE Vol. 5665: 108-118.
- Boehler, W., G. Heinz and A. Marbs. 2001 "The Potential of Non-contact Close Range Laser Scanners for Cultural Heritage Recording." XVIII CIPA International Symposium, Potsdam, Germany, Proceedings 8.
- Frei, E., J. Kung and R. Bukowski. "High-Definition Surveying (HDS): A New Era in Reality Capture." *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing, and Spatial Information Sciences*, Vol XXXVI - 8/W2.
- Finat, J., J.J. Fernandez-Martin, L. Fuentes, M. Gonzalo, J. Martinez-Rubio, and J.I. SanJose. 2005. "Ordering Criteria and Information Fusion in 3D Laser Surveying of Small Urban Spaces." ISPRS
- Salemi, G., V. Achilli, D. Bragognolo, A. Menin, and F. Ru. 2005. "Data Fusion for Cultural Heritage Documentation: From the Panoramic Imaging to 3D Laser Scanning." CIPU 2005 XX International Symposium
- Santana-Quintero, M. 2003. "The Use of Three-Dimensional Techniques of Documentation and Dissemination in Studying Built-Heritage". Department of Architecture. Leuven, University of Leuven