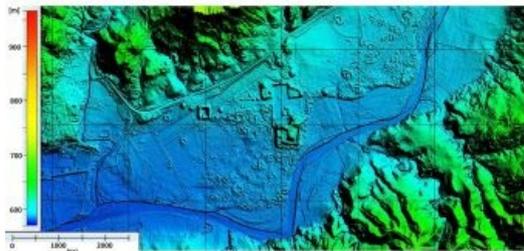


MEJORANDO LOS MAPAS ARQUEOLÓGICOS E IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS OCULTAS

Levantamiento Lidar sobre una antigua ciudad Maya



El antiguo sitio Maya de Copán, Honduras, ha sido capturado en un levantamiento aéreo Lidar en mayo de 2013. Los productos resultantes están accesibles a través de las herramientas WebGIS 2D y 3D y permiten a los arqueólogos colaborar en línea. Este proyecto interdisciplinario, llamado MayaArch3D, mostró que los datos Lidar pueden mejorar los mapas arqueológicos, identificar las estructuras ocultas mientras que los pulsos láser parcialmente penetran el dosel de la selva, y facilitan la investigación colaborativa.

Copán, la cual se encuentra en la lista del patrimonio mundial de la UNESCO, fue una vez un importante centro cultural y comercial en la periferia sur-oriental del mundo Maya. El paisaje se compone de terrazas aluviales y colinas. Los rangos

de vegetación de cobertura subtropical en el valle de los bosques de pinos en las montañas. La diversidad del medio ambiente dentro de un área tan pequeña presenta desafíos en términos de localización y levantamientos de estructuras arqueológicas (Figura 1).

Sondeos peatonales

Desde finales del siglo 19, muchos sondeos peatonales y excavaciones han dado a los arqueólogos una visión de 4.000 años de ocupación humana en Copán. Entre 426 y 822 E.C., un poderoso reino Maya surgió durante el cual los 17 reyes que reinaron en ese período remodelaron continuamente la ciudad. Las primeras investigaciones se enfocaron en la principal zona cívico- ceremonial de la ciudad - Grupo Principal - que comprende grandes templos y pirámides (Figura 2). De 1978 a 1980, el Proyecto Arqueológico Copán (PAC 1), dirigido por el arqueólogo francés Claude Baudéz, sondeó y mapeó un área de 24km² rodeando al Grupo Principal. En un informe del proyecto en 1983, los arqueólogos William Fash y Kurt Long publicaron 24 mapas a escala 1:2.000 mostrando más de 3.000 estructuras arqueológicas. Del 2006 a 2008, los mapas de PAC 1 fueron digitalizados, georeferenciados y enriquecidos con atributos para crear datos GIS para el estudio de la accesibilidad y visibilidad.

Levantamiento Lidar

En el 2000, el primer levantamiento Lidar sobre Copán fue sobrevolado por el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) para evaluar los daños de las inundaciones y deslizamientos de tierra provocados tras el huracán Mitch. Los datos capturaron sólo al Grupo Principal. Dentro del presente proyecto de Watershed Sciences Inc. (WSI) de Oregón, EE.UU., los datos Lidar recogidos durante cuatro días, en mayo del 2013, utilizando un sistema Leica ALS50 Phase II montado en un avión Piper Aztec. Este levantamiento Lidar se dirige a: (1) la identificación de nuevos sitios arqueológicos, (2) la evaluación de la degradación/pérdida del sitio a través del tiempo mediante la comparación de los datos Lidar con los mapas existentes, (3) la evaluación de los pros y los contras de Lidar para la localización y mapeo de los sitios arqueológicos en un entorno diverso desde el punto de vista ecológico y topográfico, y (4) el desarrollo de nuevos conjuntos de datos para ser combinados con otros datos arqueológicos y alojado en WebGIS 3D. La densidad de puntos objetivo era de al menos 15 puntos / m². Esto se podría lograr a través de una superposición a través de trayectoria de más de 50%, resultando efectiva en la

captura de la zona dos veces. La densidad promedio de la primera vuelta fue de 21,57 puntos / m², y para retorno a tierra el número fue de 2,91 puntos / m² en promedio, dependiendo de la topografía local y la densidad de la vegetación. Donde la vegetación era densa, la densidad de punto de retorno a tierra se redujo a menos de un punto / m². Otro reto fue que las estructuras colapsadas - montículos - eran difíciles de distinguir de la topografía natural en las nubes de puntos Lidar. En Copán, la distinción es aún más difícil, ya que las construcciones están incorporadas a la topografía natural; montículos de menos de 0,25 m de altura resultaron particularmente difíciles de identificar.

Filtración

WSI entrega puntos 3D brutos (LAS y ASCII), clasifica los datos LAS (Log ASCII Standard) y los datos de trama (raster). Usando apropiados métodos automatizados y manuales fueron clasificados los puntos 3D en "suelo desnudo", edificios modernos y ruinas arqueológicas. A partir de estos puntos clasificados, un modelo de "suelo desnudo" (DTM - Modelo Digital del Terreno) y un MDT más estructuras arqueológicas (DEM- Modelo Digital de Elevaciones) fueron creados (Figura 3). Los filtros distinguen suelo desnudo de vegetación (DTM), pero no el suelo desnudo de estructuras arqueológicas. Los filtros semi-automáticos separando montículos de las características topográficas tales como colinas naturales, pero no fueron capaces de distinguir montículos inferiores a 80 centímetros desde el terreno natural. Los filtros también eliminan estructuras arqueológicas importantes. Esto es típico de muchos filtros Lidar que están personalizados *ad-hoc* para segmentar afuera de la vegetación y las estructuras hechas por el hombre. FBK ha refinado y aplicado otros filtros basados sobre la forma de relieve y la cubierta de vegetación para extraer un DTM sin montículos y estructuras arqueológicas. La comparación entre los datos clasificados de WSI y los datos de PAC 1 mostraron que 14% de las características originalmente clasificadas como suelo desnudo en realidad eran montículos. Un flujo de trabajo de clasificación basado en la identificación, puntos de semillas y región de cultivo permitió que se pudieran identificar tres clases: tierra, construcción y vegetación (Figura 4). Puntos clasificados como estructuras fueron comparados con los datos de PAC 1 y los datos de WSI, revelando varios montículos nuevos que van en altura de 0,5 m a 1 m y algunos cambios de posición y orientación en las estructuras. De los 521 sitios mapeados en los mapas PAC 1, 468 sitios fueron relocalizados. La nueva estrategia de filtrado resultó en nuevos DTMs, DEMs y curvas de nivel con intervalos de 0,2m, 1m y 5m intervalos. A continuación, estos productos fueron empleados para el trabajo de campo y análisis arqueológico. Añadido a los productos mencionados anteriormente, escáneres láser terrestres y modelos fotogramétricos 3D de las estructuras seleccionadas, esculturas y monumentos arquitectónicos se produjeron y se fusionaron para acceso en línea. Los métodos utilizados para identificar las características sin mapear incluyen sombreado de colinas, análisis de componentes principales, el cómputo de inclinación de la pendiente, el modelado de relieve local y la aplicación del factor de visibilidad del cielo (SVFs), el cual fue calculado como la fracción de cielo visible cuando se ve desde los cimientos. Pendiente y SVF funcionaban mejor para delinear montículos de baja altitud, y SVF fue mejor para la identificación de terrazas.

Resultados

Los productos derivados de los datos Lidar utilizando métodos estándar y de nuevo desarrollo permitieron a los arqueólogos actualizar los mapas del PAC 1. En particular, se encontraron cinco diferencias clave entre los mapas del PAC 1 y los productos Lidar: composición interna, ubicación, orientación estructural, tamaño de la estructura y / o altura del montículo. Estas diferencias demuestran la utilidad de los datos Lidar, no sólo para la localización de los sitios arqueológicos, sino también para un mapeo de costo-eficiente y tiempo-eficiente, particularmente frente a vastos paisajes. El levantamiento PAC 1 pasó por alto algunos sitios arqueológicos ya que no hubo permiso de los propietarios para reducir la vegetación y algunas áreas eran demasiado empinadas para acceder de forma segura. Estos sitios sin mapear fueron identificados a partir de los datos Lidar. Mientras que algunos sitios identificados desde datos Lidar como potencialmente antiguos eran en realidad modernos, tales como pilas de piedras de campos agrícolas o cimientos de casas históricas, el trabajo de campo confirmó la identificación de 18 nuevos montículos arqueológicos y estos también fueron mapeados. Los datos Lidar también permitieron la identificación de terrazas agrícolas sin mapear, e investigación suplementaria puede contribuir a ampliar el conocimiento sobre los sistemas agrícolas antiguos en el valle. Exuberante vegetación, terreno montañoso puede reducir la precisión de los productos Lidar. Comprobación adicional en tierra permite a los arqueólogos evaluar su exactitud, pero es imposible visitar todos los rincones de vastos paisajes. Por lo tanto, los cálculos de precisión asociados a criterios específicos, tales como topografía y vegetación, puede ayudar a los arqueólogos a perfeccionar los métodos de post-procesamiento y desarrollar nuevos filtros para aumentar la precisión.

Observaciones finales

Varias instituciones han excavado en Copán desde 1850. Como resultado, objetos y documentos arqueológicos se encuentran dispersos en todo el mundo. Gracias a los esfuerzos MayaArch3D, los arqueólogos pueden utilizar las herramientas 2D y 3D WebGIS para lograr reunir los datos arqueológicos juntos y colaborar en línea (Figura 5).

Proyecto MayaArch3D

Financiado por el gobierno alemán, MayaArch3D es un proyecto colaborativo e interdisciplinario dirigido por la Comisión de Arqueología de las Culturas No-Europeas (KAAK) del Instituto Arqueológico Alemán (DAI por sus siglas en alemán). El proyecto involucra al Instituto de Geografía de la Universidad de Heidelberg (Alemania), Departamento de Antropología y el Centro de Investigación Digital en las Humanidades de la Universidad de Nebraska-Lincoln (EE.UU.), la Unidad de Metrología Óptica 3D de la Fundación Bruno Kessler (FBK) de Trento (Italia) y el Instituto Hondureño de Antropología e Historia (IHAAH). El proyecto está dirigido a la captura del sitio Maya de Copán y el desarrollo de herramientas WebGIS 2D y 3D. Estas herramientas ayudan a los arqueólogos a integrar, visualizar y consultar datos arqueológicos complejos en línea.

Autores

Dr. Jennifer von Schwerin coordinó el Proyecto Arqueológico Copán Lidar como un investigador de la Comisión de Arqueología de las Culturas No-Europeas (KAAK) del Instituto Arqueológico Alemán (DAI por sus siglas en alemán) en Bonn, Alemania.

E-mail: Jennifer.vonschwerin@dainst.de

Dr. Heather Richards-Rissetto es profesor asistente de antropología y becario de la facultad en el Centro de Investigación Digital en las Humanidades de la Universidad de Nebraska-Lincoln (EE.UU.).

E-mail: richards-rissetto@unl.edu

Dr. Fabio Remondino líder de la Unidad de Metrología Óptica 3D de la Fundación Bruno Kessler (FBK) de Trento, Italia. Actualmente es presidente de la Comisión Técnica II "Fotogrametría" de ISPRS, presidente de la Comisión I "Adquisición de datos" - EuroSDR y vicepresidente de Documentación del Patrimonio - CIPA.

E-mail: remondino@fbk.eu

Sitio Web: www.mayaarch3d.org

Figura 1, Vista del valle de Copán, en el occidente de Honduras.

Figura 2, Ruinas del juego de pelota en el centro de la antigua ciudad de Copán.

Figura 3, DEM resultante desde el procesamiento de datos de WSI.

Figura 4, Tres clases: terreno, edificios y vegetación.

Figura 5, GeoBrowser 2D (arriba) mostrando estructuras arqueológicas superpuestas en el DTM; Visor de escena (abajo) mostrando la ciudad modelo 3D superpuesto en el DTM.

<https://www.gim-international.com/content/news/levantamiento-lidar-sobre-una-antigua-ciudad-maya>
