

3D SURFACE SCANNER FOR FUZZY OBJECTS

SCANNER 3D DE SUPERFICIE DE OBJETOS DIFUSOS

Ing. Oscar Ledezma Avila*, MSc. Alberto Patiño Vanegas*
John J. Patiño Vanegas**

Universidad de Pamplona

* Grupo de Óptica Moderna, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia.

** Universidad Popular del Cesar, Valledupar, Cesar, Colombia

Tel.: 57-7-5685303, Fax: 57-7-5685303, Ext. 156

E-mail: ele_ledezma@yahoo.com; apvanegas@unipamplona.edu.co;
pvjohnj@hotmail.com

Abstract: Starting from the need of obtaining the topography and the contour of some objects, it was designed and built a three-dimensional scanner that allows the 3D reconstruction of an object, using the laser triangulation principle. The system is build by the following modules: illumination, shift, images capture (CCD camera), processes information and control processing (command software). The object reconstruction is coordinated in an automatic way by the command software, which connects the other modules to obtain finally the 3D digital representation of the object.

Resumen: Partiendo de la necesidad de obtener la topografía y el contorno de algunos objetos, se diseñó y construyó un scanner tridimensional que permite la reconstrucción 3D de un objeto, utilizando el principio de triangulación láser. El sistema esta formado por los módulos: iluminación, desplazamiento, captura de imágenes (cámara CCD), procesamiento de información y control de los procesos. La reconstrucción del objeto es coordinada de manera automática por el software de control, el cual enlaza los demás módulos para obtener finalmente la representación 3D digital del objeto.

Keyword: 3D Scanner, Laser triangulation, 3D Reconstruction.

1. INTRODUCCION

Los sistemas ópticos de reconstrucción 3D han adquirido una fuerte importancia en la generación de sistemas de medida industriales y biomédicos debido a las características no invasivas, facilidad de implementación, amplio rango de campo de observación y resoluciones adecuadas. Dentro del amplio rango de métodos ópticos, la técnica de triangulación láser ofrece características interesantes, destacándose la facilidad en la implementación y reconstrucción de objetos complicados (discontinuidades, sombras, etc.)

En este artículo se describe el sistema construido el cual utiliza la técnica de triangulación láser. Está formado por cinco módulos: iluminación (plano láser), posicionamiento, captura de imágenes (cámara CCD), procesamiento de información y control de los procesos (software de control). La reconstrucción del objeto es coordinada de manera automática por el software de control, el cual enlaza los demás módulos para obtener finalmente la representación 3D del objeto. El software de exploración final permite la medida de distancias sobre la imagen 3D digital por parte del usuario.

2. TECNICA DE TRIANGULACION LASER

Principalmente, la técnica de triangulación láser [1]-[3] consiste en iluminar el cuerpo con un patrón que puede ser un punto láser, una línea láser, una cuadrícula, franjas, etc. La intersección entre la iluminación proyectada y la superficie del cuerpo a reconstruir, produce un único patrón deformado dependiendo de la forma y dimensiones del cuerpo.

Por ejemplo, la figura 1, representa un montaje óptico de reconstrucción 3D por triangulación que utiliza un plano láser. Cuando se proyecta la línea láser sobre la superficie plana (XY), llamado plano de referencia, la imagen 2D capturada por un sistema de observación libre de aberraciones, debe ser una línea recta (línea de referencia).

Cuando se coloca un objeto sobre el plano XY, la imagen es una línea deformada debido a la topografía del objeto. La cantidad de desplazamiento que sufre cada punto de la línea en la imagen 2D capturada respecto a la línea de referencia, está relacionada con la altura (Z) del objeto en ese punto. Es así, como una característica 3D es codificada en una imagen 2D.

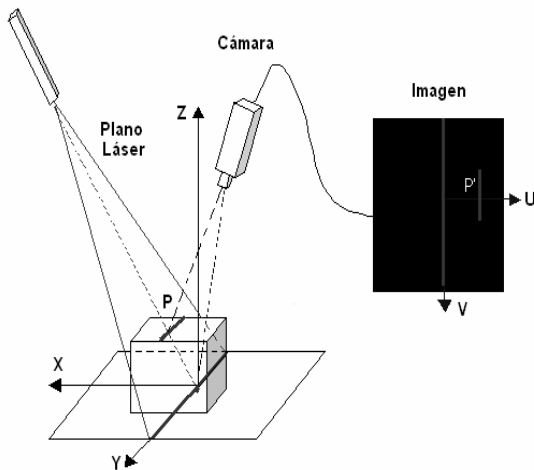


Fig. 1: Montaje óptico de triangulación láser

Para la reconstrucción se ubica el objeto sobre una plataforma rotatoria, (ver figura 2).

La imagen de la línea deformada por la topografía del objeto es capturada por la cámara CCD cada vez que la plataforma rota un determinado ángulo hasta completar los 360°.

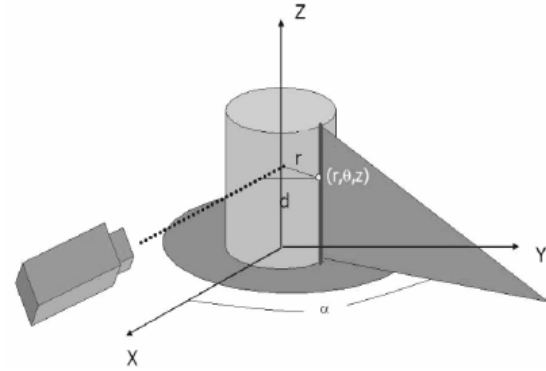


Fig. 2: Sistema de triangulación láser usado

El eje óptico de la cámara y el plano láser proyectado, forman un ángulo de inclinación α . El desplazamiento lateral d que sufre cada punto de la línea proyectada respecto a una línea de referencia, depende de éste ángulo de inclinación, de la topografía del objeto y de su coordenada radial respecto al eje de rotación.

Utilizando un sistema de coordenadas cilíndricas con el eje z coincidiendo con el eje de rotación, las coordenadas (r_i, q_i, z_i) de un determinado punto en la intersección de la superficie del objeto y la i -ésima línea proyectada se determina por:

$$r_i = \frac{d_i}{\text{sena}} \quad , \quad q = i\Delta q \quad , \quad z_i = z_i \quad (1)$$

Donde $\Delta\theta$ es el paso de rotación del motor es:

$$i = 1, 2, \dots, \frac{360^\circ}{\Delta q} \quad (2)$$

La imagen 2D que produce la CCD permite determinar d y z en píxeles. Una etapa experimental de calibración permite convertir píxeles de la CCD en milímetros sobre el sistema coordenado (x, y, z) del cuerpo teniendo en cuenta la perspectiva de observación.

3. DESCRIPCION DEL PROCESO

Un software de control dirige cada uno de los módulos que conforman el sistema para completar el proceso en cada ciclo (fig. 3). Cuando el usuario le suministra los datos de entrada al sistema colocando en la plataforma el objeto que se va a reconstruir, el software de control inicia el proceso, comenzando con la etapa de iluminación donde el objeto es irradiado por un plano láser el cual forma una línea sobre el objeto.

Cuando el objeto ya se encuentra iluminado, el software de control da la orden para que una cámara CCD capture la imagen del objeto, y se la suministre al modulo de procesamiento de imágenes, donde se hará el tratamiento respectivo de la imagen capturada.

Luego que se le halla extraído toda la información necesaria a la imagen capturada, el software de control ordena al modulo de desplazamiento para que realice una rotación a la plataforma donde se encuentra el objeto y así repetir todo el proceso (rotación 360°) hasta que se hallan capturado y procesado el numero de imágenes necesarias que garanticen la reconstrucción digital del objeto.

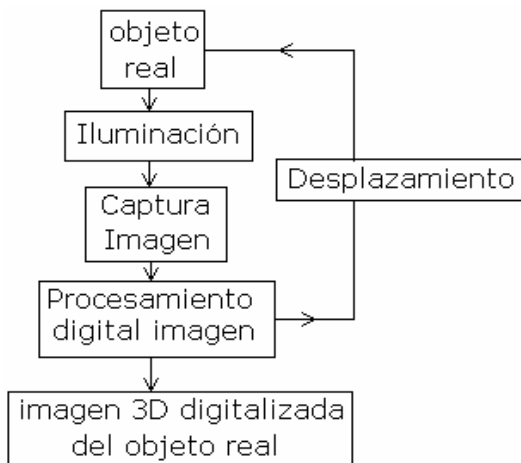


Fig. 3: Descripción del proceso de R3D

4. RESULTADOS

La figura 4 muestra una imagen del objeto real, colocado sobre la plataforma y sobre el cual se le ha proyectado el plano láser.

En la figura 5 se muestra la imagen 3D digitalizada del objeto mostrado en la figura 4.

Los datos obtenidos del procesamiento de todas las imágenes corresponden a la malla observada sobre la representación digital.

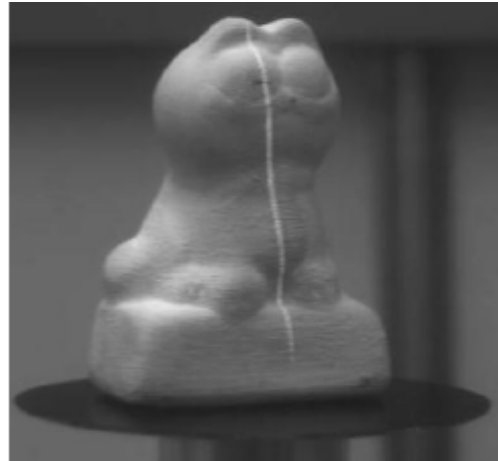


Fig. 4: Imagen del objeto real

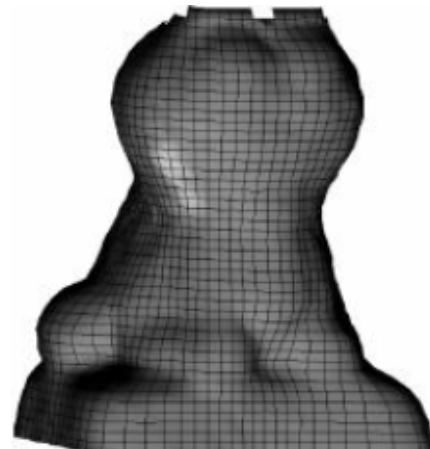


Fig. 5: Imagen 3D digitalizada del objeto real

6. CONCLUSIONES

El sistema diseñado reconstruye automáticamente la topografía de un objeto 3D a 360° de observación. Al automatizar el proceso, la reconstrucción se puede repetir para cualquier objeto que cumpla con las restricciones impuestas por el método de triangulación láser de acuerdo a los dispositivos usados (Campo de observación, profundidad de campo, dimensión de la línea). Es posible plantear nuevas estrategias que permitan reducir la influencia de errores en el cálculo de la distancia d .

Inicialmente el sistema implementado sería de gran utilidad para el control de calidad de objetos con simetría cilíndrica, en el modelamiento de objetos para animaciones tridimensionales entre otros.

REFERENCIAS

- [1]. Patiño Vanegas, A.; Meneses, J. “*Optical system for mensuration of metrological parameters of the foot*”, Proceedings of SPIE 5622, 84 (2004).
- [2]. Patiño Vanegas, A.; Miranda, D. “*Scanner 3D de objetos a 360° de observación*”, Revista Colombiana de Física, 35(1), (2003)188 – 191.
- [3]. Xiao-Xue, C.; Xian-Yu, S. and Lu-Rong, G. “*Automated measurement method for 360° profilometry of 3-D diffuse objects*”, Applied Optics 30(10), (1991)1274 – 1278.