

DIGITALIZACIÓN DE UN OBJETO SÓLIDO UTILIZANDO KINECT E IMPRESIÓN 3D

DIGITALIZATION OF A SOLID OBJECT USING KINECT AND 3D PRINTING

Miguel Angel Villa Zumba¹, Edgar Roberto Salazar Achig²

¹Universidad de Fuerzas Armadas ESPE – Departamento de Ciencias Exactas
e – mail: ¹ mavilla1@espe.edu.ec, ² ersalazar@espe.edu.ec

Revista Energía Mecánica Innovación y Futuro, VIII Edición 2019, No. 1 (12)

Resumen

La presente investigación tiene como finalidad mostrar un enfoque novedoso para la digitalización de objetos sólidos mediante el escaneo en 3D utilizando el sensor Kinect, para lo cual se hace girar el cuerpo sólido obteniendo los fotogramas los que son transportados al programa KScan 3D el cual recopila y construye la imagen mediante la ubicación de puntos en común del objeto o persona escaneada en tres dimensiones, este formato es transferido al programa MeshMixer que es una aplicación de modelado 3D que sirve para rellenar las partes huecas que deja el programa anterior, con lo cual se obtiene un sólido de calidad. Finalmente a este archivo se lo convierte a la extensión STL utilizando el programa Blender con el que se puede encontrar coordenadas y centros de masa utilizando la herramienta “Origin to Center of Mass (Surface)”, finalmente se genera las figuras reconstruidas y fabricadas en impresión 3D.

Palabras Clave: Blender, escaneo 3D, impresión, Kinect.

Abstract

The purpose of this research is to show a novel approach for the digitalization of solid objects by means of 3D scanning using the Kinect sensor, for which the solid body is rotated obtaining the frames which are transported to the KScan 3D program which collects and builds the image by locating points in common of the object or person scanned in three dimensions, this format is transferred to the MeshMixer program which is a 3D modeling application used to fill in the hollow parts left by the previous program, with which you get a solid quality. Finally, this file is converted to the STL extension using the Blender program with which coordinates and mass centers can be found using the “Origin to Center of Mass (Surface)” tool, finally the reconstructed and manufactured figures are generated in print 3D

Keywords: Blender, 3D scanning, printing, Kinect.

1. Introducción

La principal motivación de este trabajo de investigación, es reducir al mínimo los costes que con llevan el proceso de escanear un sólido real [1] en la actualidad este tipo de equipos son muy costosos por los diferentes componentes de los que está compuesto por lo cual la presente investigación se enfoca en los beneficios y aplicaciones que se puede dar al escáner 3D [2], construido a partir de elementos accesibles que se pueden adaptar obteniendo un óptimo funcionamiento con equivalencia de un escáner profesional [3].

La utilización de este equipo es para fines de aprendizaje didáctico demostrando una de las aplicaciones como es el posicionamiento de las coordenadas del centro de masas de cuerpos sólidos [4], para lo cual se usará el sensor Kinect que es un controlador de juego libre y entretenimiento [5] desarrollado por Microsoft para la consola Xbox-360, que proporciona la captura de movimiento de todo el sólido en 3D, reconocimiento facial por medio de KinectFusion algoritmo [6] que demostró que se pueden adquirir reconstrucciones 3D densas en tiempo real en una GPU, su rango de censado de solidos está limitado de 16 pulgadas a 13 pies pero a medida que se aleja el sensor la resolución comienza a disminuir rápidamente por lo cual se recomienda que el escaneo se realice lo más cerca al objeto[7].

Con el software Meshmixer se exporta el archivo en .STL [8] el cual rellena las partes huecas que dejo la adquirió de la imagen con el escáner obteniendo un sólido de calidad para el análisis para ser tratado por Blender [9] que produce el número de polígonos presente dando solución a la determinación del centro de masa de un objeto, con el cual finalmente se mostrará el modelo impreso en 3D [10].

2. Materiales y Métodos

El diseño del escáner debe construirse de forma que se puedan obtener el número de puntos en común alrededor de 8000 con el software Kscan 3D [11], para generar el sólido proporcionando el mayor nivel de detalle en los resultados, las herramientas de software, se pueden clasificar en diferentes categorías como (Ver Figura 1):

- Sensor
- Dimensionado
- Simulación

- Investigación
- Resultados
- Impresión 3D

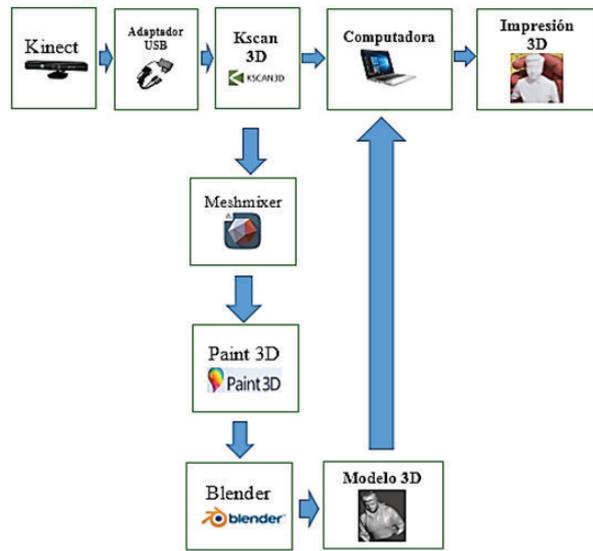


Figura 1. Modelamiento de adquisición de objetos en 3D

La simulación de la adquisición de los datos, en el software de diseño requiere de una investigación experimental, por los costos en la implementación o experimentación en campo. Para el diseño se utilizara el software Meshmixer “Software de código abierto gratuito de AutoDesk” [12]. (Ver Figura 2).

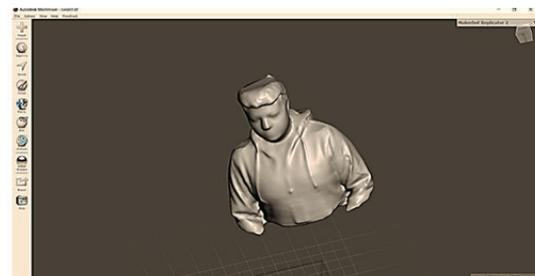


Figura 2. Diseño en software Meshmixer

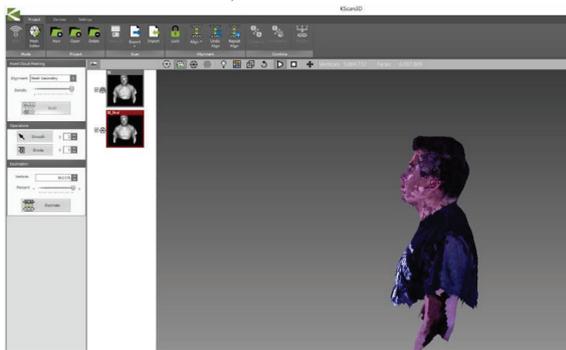
Modelo de adquisición y procesamiento 3D

La configuración experimental para el modelamiento y procesamiento 3D es la siguiente, se ubica el Kinect a una altura de aproximadamente 1.80 metros del suelo, seguidamente la persona u objeto de prueba se coloca en una plataforma giratoria o una silla giratoria a un aproximado de 1,50 metros respecto al Kinect como se muestra en la Figura 3, a continuación se conecta el Kinect mediante el adaptador a la PC, se presiona iniciar el programa Kscan 3D se debe verificar que la PC ha reconocido al Kinect como un periférico de entrada se programa a este para que tome 200 fotogramas en un intervalo de

0,5 segundos al sujeto de prueba en la silla giratoria se gira (por una segunda persona) frente al sensor [13], al terminar de escanear a la persona de prueba cuando se ha dado un giro completo se recorta los objetos de los alrededores de esta para unir todos los fotogramas escaneados “El Kscan 3D se encarga de unir los puntos en común encontrados y formar un sólido en 3D” se une con la selección el comando “smooth” para suavizar algunos rasgos del sujeto de prueba exportando el archivo como .STL, utilizando en este archivo el programa Meshmixer que da relleno al objeto escaneado completando los rasgos que no hayan sido escaneado, al finalizar exportar el archivo .STL a Paint 3D para recortar a la figura de manera simétrica para el pos procesado a Blender con el cual se procede a encontrar ecuaciones de curvas suaves a trozos y también las coordenadas del centro de masa del objeto.



a) Modelo real



b) Modelo 3D

Figura 3. Mopdelado 3D de persona sentada en una silla giratoria.

Cálculos

Para determinar el centro de masa de la persona u objeto x_m, y_m (se suma las posiciones de todas las celdas con $D > 0$) y el radio r del modelo como se muestra en la Figura 4. Posteriormente se agrega un disco cilíndrico debajo del modelo actualizando cada

celda (x, y, z) de la función de distancia de la superficie (SDF) con $z < z_{base}$ de acuerdo con la ecuación 1 [14], con lo cual se puede dar estabilidad a la impresión del objeto en 3D.

$$D = r - \sqrt{(x - x_m)^2 + (y - y_m)^2} \quad \text{Ec. 1}$$

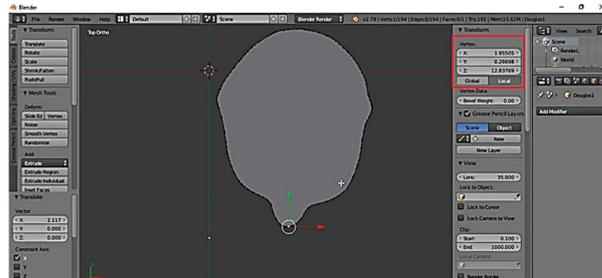


Figura 4. Centro de masa x_m, y_m

La Figura 5 muestra la adquisición de las coordenadas x_m, y_m las cuales se reemplazan en la ecuación 1 para encontrar la posición D del centro de masa de la persona u objeto.

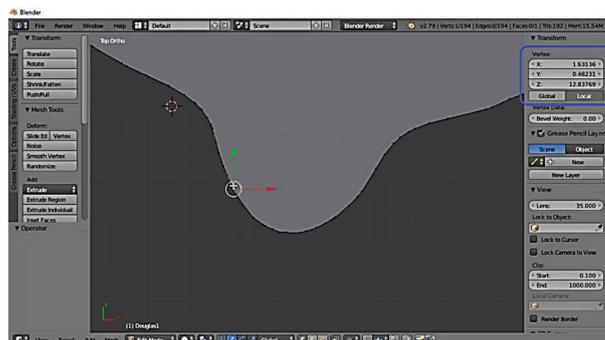


Figura 5. Selección de puntos x_m, y_m

3. Resultados

En la Figura 6 se muestra los resultados de regresión polinomial utilizado el “Guide” de Matlab hay que tomar en cuenta que un pequeño movimiento de la cabeza durante la grabación puede llevar a imprecisiones significativas en el modelo reconstruido, como una nariz incompleta.

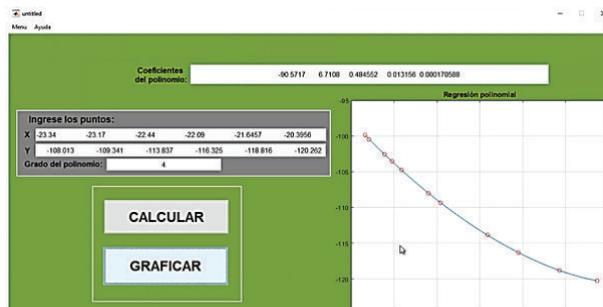


Figura 6. Simulación de regresión polinomial en Matlab

Estos resultados se comparan con las coordenadas del centro de masa de la figura reconstruida 3D que se obtiene con la ayuda de la herramienta “Origin to Center of Mass (Surface)” de Blender (Ver Figura 7), analiza el centro de masa de una malla triangular que están unidos por sus bordes, la documentación de la API para Blender dice: “Mover el origen del objeto al centro de masa del objeto (asumiendo una densidad uniforme)”. Además, `bpy.ops.object.origin_set ()` puede tomar un segundo argumento opcional; puede ser `center = 'MEDIAN'` o `center = 'BOUNDS'`. El valor predeterminado es `center = 'MEDIAN'`, esta función en cuestión se implementa en: `/blender-2.74/source/blender/editors/object/object_transform.c` y tiene una llamada a la función `BKE_mesh_center_centroid`, la cual se implementa en: `/blender-2.74/source/blender/blenkernel/intern/mesh_evaluate.c` que finalmente llama a la función `mesh_calc_poly_planar_area_centroid`, que también se implementa en `mesh_evaluate.c`.

Este software calcula un promedio ponderado de los centroides de cara, con los promedios de las áreas de la cara. “El centro de masa de un objeto de densidad uniforme es el mismo que su centroide, por lo que está bien calcular los centroides” [15], es decir asume que el objeto es una cáscara hueca (no sólida), con lo que se procede al cálculo de la “mediana” mediante el promedio.

Esta es la forma correcta de calcular el centro de masa de una cáscara hueca, porque el centro de masa es una propiedad física del objeto; no debería depender de la malla utilizada para describirla, diseñar modelos 3D para ser impresos por una impresora 3D, entonces se debe conocer que el centro de masa de un objeto sólido no es el mismo que el centro de masa de un objeto hueco de la misma forma Blender ayuda a realizar estos cálculos.

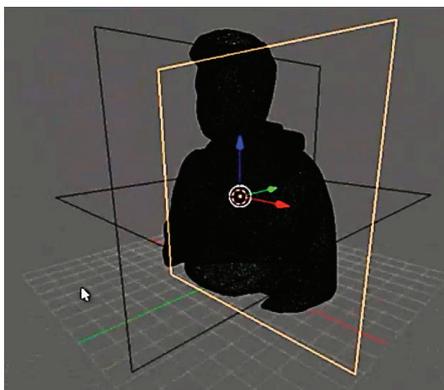
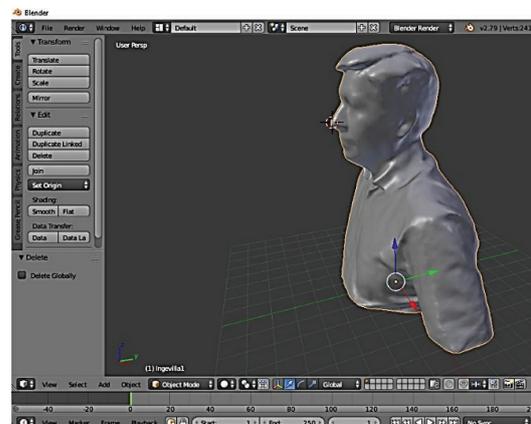


Figura 7. Reconstrucción con centro de Masa para impresión 3D

En la Figura 8 (a) se muestra el modelo adquirido y en la Figura 8 (b) su impresión en 3D, para obtener un modelo de alta calidad, se observó que se necesita alrededor de dos o tres intentos para reducir los movimientos corporales y las articulaciones durante la adquisición del prototipo, se determinó que un pequeño movimiento de la cabeza durante la grabación puede llevar a imprecisiones significativas en el modelo reconstruido, como una incorrecta posición de un ojo o la boca de la persona escaneada.

Una de las limitaciones que presenta el escaneo es referente a la iluminación que deben tener los cuerpos, pues esta debe ser adecuada para que los puntos sean mejor detectados, con una defectuosa iluminación se estropea la adquisición del modelo.



a) Modelo adquirido



b) Impresión 3D

Figura 8. Modelo 3D adquirido con figura resultante impresa

Finalmente aunque relativamente despreciable, pues no es frecuentemente, se puede indicar que los objetos que escanea con buena calidad son objetos que cuentan con la presencia de calor, debido a que como se presentan menor número de errores. Por lo tanto, el objeto que se escanea debe permanecer estático y si presenta errores aumentar la temperatura del objeto un poco.

4. Conclusiones

La primera limitación que se observa, es referente con el tamaño de los objetos que son sometidos a escaneo debido a que el Kinect (sensor principal) fue montado principalmente para captar movimiento de las personas u objetos de un tamaño considerable, por ende al someter al escaneo objetos pequeños, no se visualiza como se desea ver imagen teniendo muchos errores y partes huecas.

Mediante la digitalización en 3D de un objeto o persona, a través del escáner se puede obtener su centro de masa para su posterior impresión a escala.

Se puede obtener las ecuaciones de cualquier objeto digitalizado siempre y cuando existan puntos continuos generados a partir del corte realizado por planos del objeto o figura.

Otra de las limitaciones que presenta es referente a la iluminación que deben tener los cuerpos, pues deben tener una adecuada iluminación para que los puntos sean mejor detectados, sin la iluminación se estropea el escaneado.

5. Referencias

- [1] Westoby J., Brasington J., Glasser F., Hambrey M., Reynolds J., "Structure-from-Motion photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications" *International Journal ScienceDirect*, Volume 179, (2012, pp. 300-314)
- [2] Abdel M., Ebrahim B., "3D Lasser Scanners: History, Applications, and Future", *Faculty of Engineering of Asuit University*, (2011, pp. 37).
- [3] Agrawala M., Beers C., Levoy M., "3D Painting on Scanned Surfaces", *Symposium on Interactive 3D Graphics*, Monterey CA USA, 1995
- [4] Gard S., Miff S., Kuo A., "Comparison of kinematic and kinetic methods for computing the vertical motion of the body center of mass during walking", *International Journal ScienceDirect*, Volume 22, Issue 6, (2004, pp. 597-610)
- [5] Jaiswal M., Xie J., Ting S., (2014). "3D Object Modeling with a Kinect Camera", Citado el 15 de febrero de 2019 a partir de https://www.apsipa.org/proceedings_2014/Data/paper/1405.pdf
- [6] Lemeszenski D., Nakamura R., "A Marker-Free Calibration and Registration Process for Multiple Depth Maps from Structured Light Sensors and its Application in Video Avatar Systems," *2013 XV Symposium on Virtual and Augmented Reality*, Cuiaba, (2013, pp. 73-82)
- [7] Ciobanu I. O., Ciobanu G., "An Application of Kinect-Based 3d Scanning In Biomedical Engineering," *RAD Conference Proceedings*, Volume 1, (2016, pp. 183-186)
- [8] Schmidt R., Ratto M., "Design-to-Fabricate: Maker Hardware Requires Maker Software," in *IEEE Computer Graphics and Applications*, Volume 33, No. 6, (2013, pp. 26-34)
- [9] Weichel C., Alexander J., Karnik A., Gellersen H., "Spatio-Tangible Tools for Fabrication-Aware Design" *Proceedings of the Ninth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, (2015, pp. 189-196)
- [10] Lachat E., Macher H., Mittet M.-A., Landes T., Grussenmeyer P., "First Experiences with Kinect V2 Sensor for Close Range 3D Modelling" *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XL-5/W4, (2015, pp. 25-27)
- [11] Lema H., Martínez P., (2017). "Diseño e implementación de un escáner 3D basado en visión artificial estéreo para el modelado y prototipado de prótesis ortopédicas pasivas por debajo del codo", Citado el 22 de febrero de 2019 a partir de <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/7593>
- [12] García H., Ávila J., "Análisis de alternativas de software libre" *Revista Electrónica sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación en Iberoamérica*, Volume 3, Número 6, 2016 ISSN: 2448 – 6280
- [13] Khoshelham K., Oude S., "Accuracy and Resolution of Kinect Depth Data for Indoor Mapping Applications" *Physical Sensors*, (2012, pp. 1437-1454), ISSN 1424-8220
- [14] Weickert J., Hein M., Schiele B., "Scanning and Printing Persons in 3D" *GCPR LNCS 8142*, (2013, pp. 405–414)

[15] Jiménez M., (2008) “Introducción al tratamiento Digital y Clustering de imágenes”, Citado el 25 de febrero de 2019 a partir de <https://www.researchgate.net/publication/28206651>

6. Biografía



¹Miguel Ángel Villa.- Coordinador de Docencia Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga., Magister en Matemática Aplicada, Doctor en Matemática.



²Roberto Salazar Achig, Magíster en Gestión de Energías, Ingeniero en Electromecánica, Docente del Departamento de Ciencias Exactas en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga.

Autor para correspondencia:
mavilla@espe.edu.ec

REGISTRO DE LA PUBLICACIÓN

Fecha recepción	27 febrero 2019
Fecha aceptación	20 abril 2019