

J. V. Sosa-Balderas¹, F. J. Cuevas¹, J. Salazar-Medina², Alan Lopez-Martinez¹

¹Centro de Investigaciones en Óptica, A.C., Lomas del Bosque 115, Lomas del Campestre, León, Guanajuato, México.

²Universidad Tecnológica de León, Blvd. Universidad Tecnológica 225, San Carlos la Roncha, León, Guanajuato, México.

¹{vicentesosa, fjcuevas, alan.lopez}@cio.mx, ²{jziel_jsm}@hotmail.com

Resumen: Se presenta un sistema de reconstrucción 3D a partir de una sola imagen. Se utilizó una Red Neuronal Artificial (RNA) para realizar el proceso de calibración y de reconstrucción 3D utilizando Proyección de Luz Estructurada y n planos de calibración. La RNA esta compuesta por tres capas; la tasa de aprendizaje fue de 0.01; el error relativo porcentual de aprendizaje fue de 0.019%. Para evaluar el método propuesto con la reconstrucción, se diseñó e imprimió una superficie en Ácido Poliláctico (PLA), y el error relativo porcentual en la reconstrucción de fue 3.47%.

Introducción

La Reconstrucción 3D mediante Proyección de Luz Estructurada (Structured Light Projection - SLP) es una área importante dentro de la Metrología Óptica 3D. SLP es una técnica completamente sin contacto, además de que se obtiene detalles de coordenadas 3D de un objeto bajo prueba, por lo que se puede utilizar para la inspección óptica automatizada de piezas fabricadas para procesos de montaje en línea y piezas moldeadas. En tales aplicaciones, toda la distribución de la superficie del dispositivo bajo prueba se calcula y compara con una superficie de referencia en segundos.

Metodología

La metodología propuesta para hacer la calibración del sistema de reconstrucción 3D consta de 6 pasos, y para la reconstrucción 3D de la superficie se compone de 5 pasos, tal como se muestra en el esquema de la Figura 1. Se utiliza SLP para obtener la superficie de una variedad de objetos mediante el uso de una sola imagen. Este sistema, utiliza una cámara, un proyector y una unidad de procesamiento. Para la calibración del sistema, se usa una Red Neural Artificial (RNA), y esta se entrena mediante el uso de m imágenes.

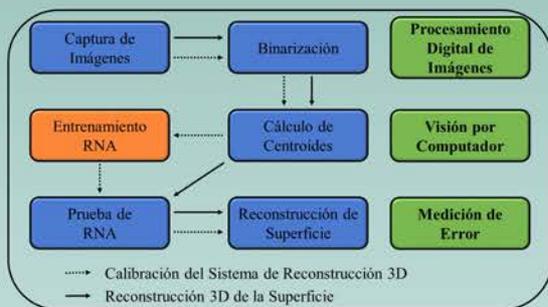


Figura 1. Metodología utilizada para la calibración del sistema de reconstrucción 3D

Para calibrar el sistema, el proyector emite un patrón de luz (nube de puntos) sobre el plano de referencia, ver Figura 2 (a), después, se desplaza el plano un ΔZ y se captura la m -ésima imagen correspondiente a un $Z_{m-ésimo}$.

$$\Delta Z = cte. \quad (1)$$

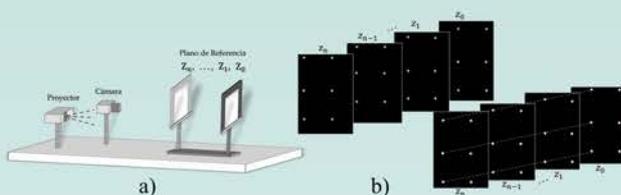


Figura 2. Sistema para Reconstrucción 3D. (a) Esquema experimental para capturar las imágenes. (b) Imágenes capturadas a diferentes desplazamientos del plano de referencia, antes y después del ajuste en el eje Z.

Experimento y Resultados

La Figura 3 (a), muestra la superficie diseñada; ésta fue impresa con Ácido Poliláctico (PLA), ver Fig. 3 (b). Se utilizó una matriz de puntos de 12×12 , se proyectaron sobre el plano de calibración, y 9 planos Z_{1-9} separados un $\Delta Z = 5mm$. La RNA fue de 4 neuronas en la capa de entrada, 20 en la capa oculta y 3 en la capa de salida. Con una tasa de aprendizaje de 0.01 y 100,000 iteraciones, se obtuvo un error de 0.019% en el entrenamiento. Para la reconstrucción, se colocó la pieza impresa sobre el plano de referencia en Z_0 y se proyectaron los mismos puntos del set de calibración puntos, ver Figura 3 (c).

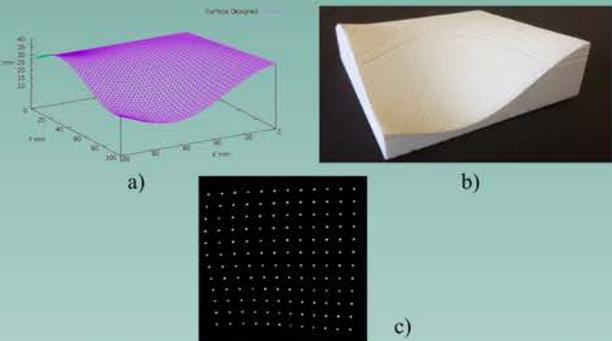


Figura 3. Metodología utilizada para reconstruir un objeto de calibración. (a) Diseño de superficie para calibración. (b) Superficie impresa con PLA. (c) Proyección de puntos sobre el objeto.

La Figura 4 (a) muestra la superficie recuperada utilizando nuestra propuesta. La Figura 4 (b) muestra el mapa de error entre la superficie diseñadas y las reconstruidas, el error relativo porcentual fue de 3.47%.

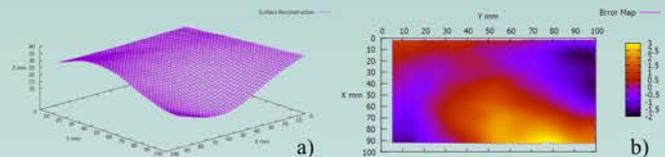


Figura 4. Superficie reconstruida y mapa de error. (a) Superficie reconstruida del objeto a prueba. (b) Mapa de Error entre la superficie diseñada y la reconstruida.

Conclusiones

El uso de SLP junto con una RNA fue satisfactorio para la reconstrucción en 3D utilizando solo una imagen. El error de reconstrucción fue del 3,47%. Esta propuesta no depende de los parámetros de la cámara ni de la triangulación entre el plano de referencia, la cámara y el proyector. Como trabajo a futuro, se pretende aplicar a Biometría 3D.

Referencias

- [1] Jin, Hong, Wu, Fupei, Yang, Chun, Chen, Lian and Li, Shengping, "A Review of 3D Reconstruction Based on Machine Vision", Intelligent Robotics and Applications, Springer International Publishing, 195-203(2014).
- [2] Cuevas, F. J.; Servin, M.; Rodríguez-Vera, R. "Depth object recovery using radial basis functions", Optics Communications, 1999, vol. 163, no 4-6, p. 270-277.
- [3] Cuevas, F. J., et al. "Multi-layer neural network applied to phase and depth recovery from fringe patterns", Optics Communications, 2000, vol. 181, no 4-6, p. 239-259.
- [4] Cuevas, F. J., Servin, M. "Neural Networks applied to 3D Object Depth Recovery", Computación y Sistemas, 2004, vol. 7, no 4, p. 285-298.
- [5] Vázquez, Miguel A.; Cuevas, F. J., "A 3D Facial Recognition System Using Structured Light Projection", International Conference on Hybrid Artificial Intelligence Systems, Springer, Cham, 2014, p. 241-253.
- [6] Freeman, James A.; Skapura, David M. *Algorithms, applications, and programming techniques*. Addison-Wesley Publishing Company, USA, 1991.