

# Diferencias entre el sensor 3D y la cámara 3D de la serie O3D del fabricante ifm

Dr. Edward Blanco, director

Departamento de Investigación, Desarrollo e Innovación  
Grupo ilumeyco, Av. Sabana Larga No.160, Reparto Oquet, Santiago, Rep. Dom.  
Tel. 1 809 583 4255 ext. 206, e-mail: e.blanco@ilumeyco.com, <https://orcid.org/0000-0002-0585-0413>

**Resumen.** En este paper se presentan las principales diferencias entre dos de los dispositivos de captura de imagen 3D de la serie O3D del fabricante alemán ifm. Se trata de los sensores 3D y las cámaras 3D; puesto que a veces la información puede confundirnos, pudiéndose encontrar en aplicaciones un dispositivo u otro indistintamente. La comparativa se ha realizado con los modelos O3D303 como cámara y O3D302 como sensor. Ambos dispositivos cuentan con una estructura física, interfaz de comunicación, funcionalidad y sistema de parametrización muy similar, además de tener la misma tecnología en el proceso de captura de información: medida del Tiempo de Vuelo (Time of Flight, ToF). Exponemos las principales diferencias para que el lector pueda discernir y elegir un dispositivo u otro de manera más apropiada, según su caso práctico.

**Palabras clave:** PMD, ToF, visión computacional, procesamiento de imágenes

## 1. Introducción

ifm electronic gmbh es el fabricante de sensores, productos de automatización, control y optimización de procesos industriales más grande e importante de Alemania y uno de los mayores referentes a nivel mundial. Las métricas e indicadores de la empresa nos dan una idea de la magnitud de sus operaciones y la calidad de su trabajo, tal como se muestran en la siguiente figura (ifm, 2022a).



Fig. 1. Indicadores de rendimiento de ifm (ifm 2022a).

Como parte de su estrategia, ifm tiene 1,150 empleados en investigación y desarrollo (el 15% del total de empleados) e invierte más del 10% de la facturación en I+D+i. Además de toda la amplia gama de sensores industriales, como parte de la innovación tecnológica que viene desarrollando desde hace décadas, actualmente ifm cuenta con productos para el procesamiento industrial de imágenes, de comunicación, así como sistemas de identificación, sistemas para aplicaciones móviles e Industria 4.0 (ifm, 2022b).

En relación a las soluciones sobre procesamiento de imagen y/o visión computacional de ifm, se encuentra la gama de productos O3D, los cuales son sensores y cámaras 3D para ser usadas en sistemas de inspección visual de control de calidad, como por ejemplo el reconocimiento de objetos, detección de volumen, llenado completo, entre otras aplicaciones. Ambos equipos utilizan el chip sensor de imagen PMD (Photonic Mixer Device) 3D desarrollado por la empresa alemana PMD Technologies (PMD Tech, 2022). El principio de funcionamiento de este sensor está fundamentado, a su vez, en el fenómeno físico de la medida del tiempo de vuelo (ToF), técnica utilizada en los escáneres LiDAR (Light Detection and Ranging), midiendo la distancia, con un haz laser, de muchos puntos del espacio haciendo el barrido del haz. En caso de los chips PMD, se tiene la emisión del haz de luz modulado, ya sea infrarrojos o laser, y la detección es realizada con un dispositivo CMOS de resolución espacial dada ancho x alto (WxH). Una vez que dicho haz rebota, midiendo el tiempo de vuelo desde su emisión hasta su recepción, permite entonces medir la distancia de los objetos (Ringbeck & Hagebeuer, 2007). Es importante recordar, que muchos de nosotros ya hemos estado utilizando el sensor ToF 3D desde hace varios años en nuestras casas sin saberlo, en el extinto dispositivo de entretenimiento

Kinect para Xbox 360. Esta tecnología es muy utilizada en el mundo industrial para la medida de distancia en diferentes usos: robótica, electrónica de consumo y vehículos (ifm, 2022c). Hoy día incluso, los sensores ToF son utilizados en celulares para la detección de cámaras ocultas o espías (Sami et al., 2021).

Este artículo está estructurado de la siguiente manera: en la sección dos se mencionan las pautas para hacer el análisis, en la tres se encuentra la discusión sobre las principales consideraciones de algunas pruebas de laboratorio realizadas y finalmente en la cuatro, se exponen las principales conclusiones.

## 2. Análisis

A primera instancia, resulta difícil diferenciar los dispositivos, sensor O3D302 y la cámara O3D303, ya que en general, ambos son muy similares en cuanto a estructura, diseño físico y funcionamiento; incluso se basan en el mismo principio: el sensor CMOS PMD. En ambos casos de nuestro ejemplo, la óptica utilizada proporciona un ángulo de apertura 3D de  $60^{\circ} \times 45^{\circ}$ , lo que implica un alcance del objeto a capturar de 0.3 a 8mts. En esta serie O3D de ifm, los parámetros resultantes de la óptica fijada por el fabricante viene dada por la nomenclatura O3Dxxy, donde las letras "xx" indican, ente otras, la configuración mencionada. En el caso de la letra "y", es siempre un número, el cual si es par indica que es un sensor y una cámara si es lo contrario. Ambos dispositivos, pueden llegar a tener una salida del tipo 24V PNP/NPN - IEC 61131-2, ambos poseen entrada de disparo (trigger) al estilo 24V PNP/NPN - IEC61131-2 type 3 e interfaces de comunicación Ethernet TCP/IP: 10BaseT/100Base-TX. Por todo lo anterior, es de suponer el gran número de aplicaciones prácticas que pueden hacerse indistintamente con ambos, tales como: dimensionamiento de objetos, medición de volumen, medición de distancia, medición de altura, clasificación de paquetes en correas de transportación (conveyor), y monitoreo de completado o totalidad, por ejemplo en máquinas empaquetadoras. Para ambos casos, se cuenta con la aplicación/software de parametrización llamada "Vision Assistant", el cual debe estar instalado en un computador conectado al dispositivo O3D por medio de la red Ethernet.

En la figura 2 pueden apreciarse ambos modelos.



Fig. 2. Aspecto físico del sensor y la cámara O3D

### 2.1- Diferencias técnicas

La diferencia principal radica en la resolución del chip PMD. En el caso del sensor, de una resolución (WxH) de  $176 \times 132$ , proporciona 23.2 Kpx (kilo píxeles) a diferencia del PMD de la cámara, que es de  $352 \times 265$  otorgando 92.9 Kpx, resultando que éste último es 4 veces mayor (es una relación cuadrática respecto al incremento de las dimensiones WxH). Lo anterior implica, que el sensor 3D está pensado para aplicaciones de tiempo real puntuales de procesamiento más rápido, pero más simples al utilizar menos píxeles. Otra diferencia es que el sensor está más acondicionado para aplicaciones industriales, ya que incluye otros protocolos como PROFINET IO e EtherNet/IP (ifm, 2022d). En cambio, la cámara 3D está pensada para dar cobertura a las aplicaciones anteriores, y cualquier otra con mayor complejidad, donde se esperen mayores prestaciones y sofisticación.

Como puede observarse en la Fig. 2, la única diferencia visible ente ambos es la relativa al conector M12, donde se encuentra la alimentación, y las señales de entrada y salida, siendo en la cámara de 5 pines, mientras que en el sensor es de 8, puesto que se encuentran dos entradas más

(entradas de conmutación) y otra salida más, la cual puede ser configurable como digital o analógica.

## 2.2- Diferencia filosófica

Una vez vistas las diferencias técnicas, es preciso destacar la característica más distintiva desde el punto de vista funcional y filosófico al momento de utilizar un dispositivo u otro. Como ya hemos explicado, el sensor tiene una resolución mucho menor que la cámara, por lo que los diferentes algoritmos de procesamiento de imagen pueden ser compilados y ejecutados en el mismo dispositivo, aunque sea necesario el Vision Assistant para su parametrización. Por lo que, una vez configurado y parametrizado el sensor, según la aplicación, este puede dejarse trabajando sin necesidad de ningún computador. Por esa razón es un sensor. Hay que recordar, que el procesamiento de imagen requiere de un costo computacional importante que depende de la resolución WxH. Por el contrario en la cámara, debido a su mayor resolución, el procesamiento de datos es realizado necesariamente en el computador. Además, de su parametrización por el Vision Assistant, la cámara puede ser parametrizada por medio del protocolo XML-RPC2.

Algo que hace versátil al sistema de la cámara, es que podemos llevar a cabo aplicaciones customs, ya que cuenta con una API y un kit de desarrollo de software en varios lenguajes a efectos de poder programar los principales algoritmos de procesamiento de imágenes con el uso de librerías, tales como: C, C++, MATLAB, HALCON, PCL (Point Cloud Library) y ROS (Robot Operating System) (ifm, 2022e). Una librería para el procesamiento de imágenes, ifm3D, basada Open CV (C++) alojada en github está dada en (github, 2020). Open CV es la librería por excelencia para el procesamiento de imágenes en tiempo real, usada ya desde varias décadas. En Rep. Dom. esta librería ha sido utilizada en diferentes aplicaciones en el programa de investigación mencionado en (Blanco et al., 2013).

## 3. Discusión

El departamento de investigación, desarrollo e innovación de ilumeyco Grupo Corporativo,

actualmente desarrolla diferentes líneas de investigación, y entre ellas, está la de visión computacional, inspirada principalmente en las soluciones que ofrece el fabricante ifm en esta materia. Se recuerda que actualmente el Grupo ilumeyco es el representante exclusivo de la marca ifm en Rep. Dom. y el Caribe. Para más información sobre el departamento ingrese a la sección de I+D+i en nuestra web (ilumeyco, 2022). En nuestro laboratorio, contamos con diferentes herramientas y equipos para trabajar los proyectos en carpeta. Ya en nuestras instalaciones hemos realizado varias pruebas sobre el funcionamiento de los dispositivos en cuestión. En el momento inicial, analizar y determinar el equipo de visión computacional a usar, a raíz de las necesidades y requerimientos de nuestros clientes, uno de los inconvenientes fue determinar cuál de los dos dispositivos de la serie O3D utilizar. Es de aquí que nace la inspiración para redactar este artículo de aclaración.

En el laboratorio se llevaron a cabo múltiples pruebas con ambos equipos, y pudimos constatar el funcionamiento de cada uno y la forma simple y fácil de parametrización con el Vision Assistant. En la Fig. 3 se puede ver el sistema set-up de prueba en la detección de problemas en el completado de cartones/huacales de huevos.

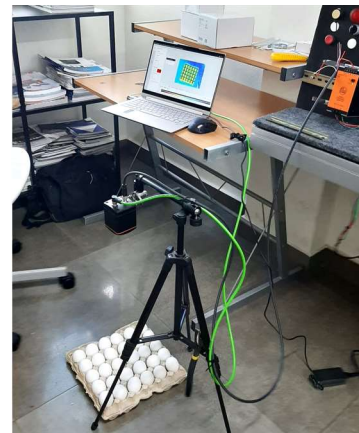
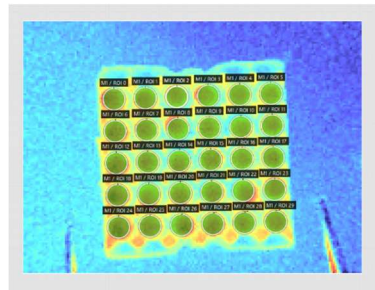


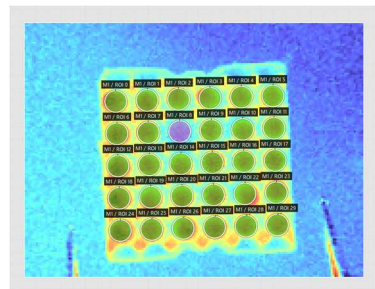
Fig. 3. Set-up de prueba en nuestro laboratorio de I+D+i.

El sistema de detección de defectos en cartones de huevos es basado en la detección de llenado completo configurado con el Vision Assistant en el sensor O3D302. En este ejemplo, se verifica si se

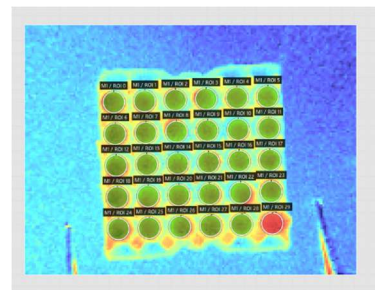
detecta la falta de al menos uno de los huevos, pero también fuimos capaces de detectar si un huevo quedó mal colocado, ya que midiendo la profundidad (la distancia a cada punto desde el sensor) fue posible discriminar en diferentes umbrales. En la figura 4 se muestran las imágenes de calor en 2D tomadas por el sensor y la cámara, y mostradas directamente en el Vision Assistant en el modo de ejecución.



a) Detección correcta (Pass). Huacal completo.



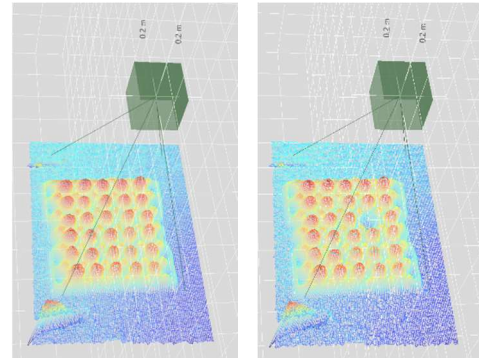
b) Detección fallida (Fail). Falta de un huevo.



c) Detección fallida (Fail). Huevo colocado horizontalmente.

Fig. 4. Muestra de las imágenes tomadas como ejemplo en la detección de defectos. Imagen de calor 2D del objeto (escena del cartón de huevos) donde el color indica la profundidad: en azul más profundo, rojo más cerca. En a) se tiene el cartón o huacal completo, b) cartón con un huevo faltante y en c) cartón con un huevo mal puesto.

En la figura 5, se muestran las mismas imágenes pero en una perspectiva diferente, lo cual permite ver la profundidad de los objetos, es decir, que pueden verse en 3D.



a) Cartón completo

b) Cartón incompleto

Fig. 5. Muestra de las imágenes tomadas como ejemplo en la detección de defectos de la Fig. 3. Imagen del objeto en 3D (escenas a y b de la Fig. 4). Muestra de las imágenes en una perspectiva diferente, donde puede verse la profundidad directamente en los objetos. En las imágenes también puede observarse la posición de la cámara (cubo de color verde olivo) con referencia al objeto.

En resumen, podemos dar constancia del desempeño de ambos dispositivos y la viabilidad en el uso del software de parametrización. Las pruebas fueron realizadas utilizando como trigger (disparo) un pulsador colocado en el panel de prueba junto con la fuente de poder, y alambrado directamente a la entrada trigger del sensor o la cámara. Debido a la naturaleza de esta aplicación ejemplo, en ambos casos se obtuvieron resultados similares ya que la mínima resolución era suficiente (176x132 del sensor) para hacer una detección fiable, e incluso a sabiendas de que era una aplicación en estático. Aunque esta cualidad en particular es posible configurarla pensando en objetos que vayan transportados por un conveyor. Actualmente en el laboratorio nos encontramos desarrollando una aplicación con la cámara 3D para discriminar fundas, de cierto volumen, transportadas en un conveyor. A pesar de que estas fundas pueden venir separadas, juntas o una relativamente encima de la otra, se espera poder hacer un conteo efectivo de las mismas incluso con el conveyor a una velocidad importante. Puesto que esta aplicación es más difícil, hemos apostado

a la resolución espacial y el performance que nos da en conjunto la cámara y el computador, en comparación con el sensor.

#### 4. Conclusiones

Un análisis de las similitudes y las diferencias más importantes sobre el sensor y la cámara de la serie O3D se ha presentado. Según la documentación revisada y las pruebas de laboratorio, podemos concluir en que el sensor está pensado para trabajar en el campo de manera autónoma, sin ningún equipo adicional para el procesamiento, ofreciendo un performance muy aceptable para muchas aplicaciones incluso en movimiento. Por otro lado, la cámara está pensada para aplicaciones más sofisticadas y que requieran de una mayor robustez, a pesar de tener que contar con un computador para la ejecución de los algoritmos. Más que todo es una diferencia práctica.

Aunque ambos dispositivos tienen costos similares, es lógico pensar que debido a que la cámara tiene mayores prestaciones, al final resulta mucho más costoso el sistema de inspección visual, ya que habría que incluir el costo del computador y la inversión en el desarrollo de la aplicación, en el caso de utilizar la API y/o demás librerías.

#### Referencias

- ifm electronic (abril 2022a). Quienes somos. <https://www.ifm.com/es/es/shared/company/ifm-at-a-glance/quienes-somos>
- ifm electronic (abril 2022b). Cifras clave de nuestra estrategia corporativa. <https://www.ifm.com/es/es/shared/company/ifm-at-a-glance/estrategia>
- PMD Technologies (abril 2022). PMD. <https://pmdtec.com/en/>
- Ringbeck, T. & Hagebeucker, B. (2007). A 3d time of flight camera for object detection. Optical 3-D Measurement Techniques, ETH, Zürich, Alemania, 2007.
- ifm electronic (abril 2022c). ifm robotics / 3D technology. <https://www.ifm.com/us/en/us/robotics/imaging/imaging-technology>
- Sami, S., Xiang, S.R., Sun, B. & Han, J. (2021). LAPD: Hidden Spy Camera Detection using Smartphone Time-of-Flight Sensors. The 19th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems, Portugal, Nov. 2021.

- ifm electronic (abril 2022d). Sensor de visión 3D O3D302. <https://www.ifm.com/es/es/product/O3D302>
- ifm electronic (abril 2022e). Sistema con cámara 3D O3D303. <https://www.ifm.com/es/es/product/O3D303>
- github (2020). ifm3d. <https://github.com/ifm/ifm3d>
- Blanco, E., Del Rosario, V., Castillo, G., Luna, J. (2013). Uso de DTW en el reconocimiento del lenguaje de signos, Iberdiscap 2013, Santo Domingo, Rep. Dom., 2013.
- ilumeyco (abril 2022). I+D+i. <https://ilumeyco.com/idi/>