

PROCESO IMPLEMENTADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA ESTIMACIÓN DE DISTANCIAS SUBMARINAS

Campo de la invención

La presente invención pertenece al sector tecnológico del procesamiento digital de imágenes implementado por computador, aplicado a la estimación de distancias en entornos submarinos. En particular, se relaciona con métodos técnicos que emplean modelos de aprendizaje de máquina para procesar imágenes captadas por cámaras y generar valores numéricos representativos de distancias entre objetos sumergidos.

Estado de la técnica

Se encontró la patente KR20190114937 "Método para medición de distancias en esquema TOF y sistema de conducción autónomo para el mismo ". Se describen un método de medición de distancia que usa un esquema TOF y un sistema de conducción autónomo que usa el mismo. De acuerdo con la presente especificación, una cámara TOF comprende: una unidad emisora de luz que emite un haz láser que tiene un primer ancho de pulso; una unidad receptora de luz que incluye una pluralidad de celdas, donde cada celda emite una primera señal y una segunda señal proporcional a la cantidad de luz incidente y cambia, en 180 grados, un primer punto de detección de tiempo de la primera señal de un segundo punto de detección de tiempo de la segunda señal basada en el primer ancho de pulso; y un procesador que calcula una distancia por un esquema TOF basado en la primera y segunda señal emitida por la luz unidad receptora.

También se encontró la patente CN113192363 "Método de cálculo de borde de datos de video basado en algoritmo de inteligencia artificial". La invención divulga un método de cálculo de borde de datos de video basado en un algoritmo de inteligencia artificial. El método comprende los siguientes pasos específicos de S1, recopilar un flujo de video de conducción mediante el uso de una cámara y recopilar la distancia entre un peatón y un vehículo y un vehículo donde se encuentra un usuario mediante el uso de un sensor de medición de distancia láser; y S2, la placa de desarrollo adopta un algoritmo YOLO para procesar los datos recopilados y se marca un objeto objetivo; los datos detectados por el sensor de rango láser y recopilados por la cámara en el paso S1 y el resultado después del

- 5 procesamiento de datos en el paso S2 se retroalimentan a la pantalla de visualización y al dispositivo de alarma para su procesamiento.

Ninguna de las soluciones encontradas presenta ventajas técnicas suficientes y por tanto resuelve el problema técnico planteado como la invención provista. Los métodos para la medición de distancias basadas en el tiempo de recorrido de una
10 señal (IR, ultrasonido, láser, etc.) presentan carencias cuando se trata de entornos submarinos, debido a que el medio acuático altera las condiciones de reflexión y refracción de la luz, asimismo, las corrientes submarinas también influyen significativamente en el recorrido de la luz, alterando los cálculos usados en métodos de este tipo.

- 15 Como ventajas técnicas principales de la invención propuesta, se pueden señalar la posibilidad de estimar distancias en entornos submarinos sin necesidad de sensores, bastando una cámara o cualquier dispositivo que permita la captura de imagen en video. La invención realiza la estimación en directo, usando un algoritmo de inteligencia artificial, sin que se necesite estereovisión, siendo capaz de reflejar
20 de manera inmediata y constante la distancia que existe entre la cámara y el punto focal. Ello se traduce en una mejora significativa de las operaciones en entornos submarinos, desde el manejo de drones o vehículos no tripulados, hasta la manipulación de entes biológicos en el entorno.

- De los documentos citados se desprende que las soluciones del estado de la técnica dependen de sensores activos adicionales, tales como emisores láser o sistemas
25 de tiempo de vuelo, o bien de la combinación de cámaras con sensores externos de medición. Ninguno de dichos documentos describe ni sugiere un procedimiento técnico en el cual la estimación de distancia se realice exclusivamente a partir del procesamiento de imágenes bidimensionales captadas por una cámara, mediante
30 la extracción de parámetros derivados del comportamiento de los píxeles y su posterior inferencia a través de una red neuronal artificial. En consecuencia, el estado de la técnica no permite resolver de manera efectiva el problema técnico de

- 5 estimar distancias en entornos submarinos sin recurrir a sensores activos ni a configuraciones de estereovisión.

Breve descripción de la invención

La invención se orienta a resolver el problema técnico consistente en estimar de manera fiable y en tiempo real la distancia entre una cámara y un objeto en entornos submarinos, donde los métodos ópticos convencionales basados en tiempo de vuelo, estereovisión o sensores activos presentan imprecisiones debido a la refracción, dispersión de la luz y movimiento del medio acuático. La solución técnica propuesta consiste en un proceso implementado por computador que capta imágenes bidimensionales, extrae parámetros técnicos derivados de la distribución y variación de los píxeles, y procesa dichos parámetros mediante una red neuronal artificial para generar un valor numérico representativo de la distancia estimada.

La invención provista permite la estimación de distancias submarinas haciendo uso de un modelo de aprendizaje automático de máquina previamente entrenado, el cual es utilizado durante el proceso de estimación de distancias, a varias distancias, de tal forma que la inteligencia artificial (IA) recibe como entradas de información los niveles de estrés de los píxeles a través de un filtro laplaciano y finalmente entrega el valor de la distancia entre los objetos.

25

Breve descripción de las figuras

Figura 1. Muestra un diagrama de flujo del proceso.

30 **Figura 2.** Muestra un diagrama de “caja negra” donde se exponen la entrada y salida del método.

5 Descripción detallada de la invención

El cálculo de distancias submarinas entre dos objetos cualesquiera implica dificultades debido en gran medida al grado de intervención humana, así como a los movimientos generados por las corrientes marinas. Ello implica que los métodos actuales conlleven elevados costos y una gran infraestructura cuya implementación en ese medio incrementa el riesgo por errores.

En una forma de realización preferida, el proceso para la estimación de distancias se ejecuta conforme a la siguiente secuencia técnica. En primer lugar, se capta al menos una imagen bidimensional de un objeto sumergido mediante una cámara. A continuación, la imagen captada es procesada por computador para extraer parámetros técnicos que comprenden el nivel de estrés de los píxeles, la varianza del operador laplaciano, el valor promedio de la matriz de imagen y un nivel de varianza normalizado. Posteriormente, dichos parámetros son ingresados como señales de entrada a una red neuronal artificial multicapa prealimentada. La red neuronal ejecuta una inferencia sobre los parámetros ingresados y genera, como resultado, un valor numérico representativo de la distancia estimada entre la cámara y el objeto, expresado en centímetros.

La invención resuelve el problema planteado, haciendo uso de un modelo de aprendizaje automático de máquina, entrenándola con el posicionamiento de un objeto a varias distancias, de tal forma que la inteligencia artificial (IA) recibe como entradas de información los niveles de estrés de los píxeles a través de un filtro laplaciano y finalmente entrega el valor de la distancia entre los objetos.

En una modalidad preferida de la invención, la IA comprende en una red neuronal multicapa con cuatro nodos de entrada, una capa oculta y un nodo de salida. La secuencia general que sigue la inteligencia, inicia con la captura de la imagen y culmina con la identificación del valor numérico de la distancia.

La función de integración se implementa mediante una función de compilación complementada con el algoritmo de optimización de Adam, que es una extensión del descenso de gradiente estocástico, el cual se usó como base en este método de aprendizaje de máquina. El entrenamiento del programa comprende básicamente dos datos de entrada para poder calcular la distancia focal: la distancia del objeto a la cámara y la dimensión del objeto (alto por ancho). Asimismo, se aplica un algoritmo de errores medios cuadráticos para determinar las pérdidas del método.

- 5 Los cuatro parámetros de entrada se extraen a partir de las imágenes que se obtienen de una cámara y se caracterizan de la siguiente forma.

El primer nodo recibe el nivel de estrés de píxeles es filtrado por un kernel de una dimensión, en el eje X y el eje Y, y se realiza un promedio con los valores de las dos matrices obtenidas. Esta media será el primer valor de entrada a utilizar.

- 10 El segundo nodo recibe la varianza del laplaciano sobre la imagen, que se obtiene a partir del cálculo del laplaciano, lo que indica la magnitud del estrés de los píxeles. Luego se calcula la desviación estándar de la matriz, cuyo valor se eleva al cuadrado para obtener la varianza.

- 15 El tercer nodo recibe el valor promedio de la matriz que se obtiene a partir de la segunda derivada en cada uno de los ejes, los cuales se elevan al cuadrado y se suman.

El cuarto nodo recibe la varianza normalizada que se obtiene tomando como fuente la imagen en escala de grises de la que se determina la desviación estándar promediada.

La capa oculta recibe toda la información de los nodos de entrada y la procesa.

- 20 Los resultados son entregados por la capa de salida en un valor numérico de distancia en unidades de centímetros.

- 25 La invención es susceptible de aplicación industrial, ya que el proceso descrito puede ser implementado en sistemas computacionales integrados a cámaras utilizadas en operaciones submarinas, tales como vehículos operados remotamente, drones submarinos, plataformas de inspección, monitoreo ambiental o manipulación de organismos y estructuras sumergidas, permitiendo la estimación de distancias de manera repetible y verificable.