



Universidad  
**Inca Garcilaso de la Vega**

Facultad de Ingeniería de Sistemas, Cómputo y Telecomunicaciones

## **Sistema Inteligente para la Detección de Explosivos en la Dirección de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico**

Tesis para optar el Título de Ingeniero de Sistemas y Cómputo

**Christopher Josué Llanos Vásquez**

**Asesor**

MSc. Ing. Héctor Hernán Henríquez Taboada

Lima – Perú  
Agosto - 2022

## RESUMEN

La Unidad de Desactivación de Explosivos de la Marina de Guerra del Perú cuenta con un Robot EOD (Explosive Ordnance Disposal) que es operada a distancia para poder manipular y desactivar objetos explosivos en las diferentes áreas donde incurren estos atentados terroristas en la región Lima. El personal encargado de manipular la operación del Robot es el hombre desactivador de explosivos, la problemática que radica es la detección e identificación de explosivos en la toma de decisiones para poder efectuar la operación de desactivación del explosivo, estos procesos son de vital importancia al tratarse de un sistema crítico que es integrado dentro de sus funciones para la operación del Robot EOD cuyo fin es salvaguardar la vida de las personas.

El aporte teórico que se desarrollará en el sistema inteligente abarcara el área de visión artificial, algoritmos de machine learning, deep learning y redes neuronales artificiales, aplicadas de manera práctica en la elaboración de datasets y entrenamiento de las mismas, para poder enseñar a la minicomputadora gracias al algoritmo más eficiente para la detección de objetos con la librería OpenCV, además se implementará el diseño de interfaces gráficas con la librería Tkinter propia de Python en el desarrollo del sistema inteligente.

El desarrollo de sistemas inteligentes utilizando herramientas open software y hardware, dará beneficios tanto en el aprendizaje, elaboración, construcción de diseños propios para ser implementados en los diversos campos de la electrónica y sistemas. En este caso automatizar los procesos de detección e identificación para la toma de decisiones, a futuro dará un paso sustancial a la industria 5.0 en escenarios en el que convergen tanto el hombre y máquina en predicciones automatizadas como se está realizando en UBER, NVIDIA, TESLA, SIEMENS, etc.

Para poder obtener la solución tecnológica del sistema inteligente de detección de explosivos definiremos la situación problemática, objetivos y las metodologías de ejecución de software, esta última comprenderá las siguientes fases como son la planificación, diseño, desarrollo y pruebas, que brindaran la agilidad en el desarrollo y la relación directa con el usuario que va ser el operador del sistema. La elaboración de datasets, el entrenamiento para la detección e identificación del explosivo, desarrollo de interfaces gráficas e implementación en la minicomputadora, dio la solución en la optimización del proceso de detección e identificación, implementada como una de sus funciones al Robot EOD.

**Palabras Claves :** librería OpenCV, visión artificial, datasets, explosivos,deep learning.

## ABSTRACT

The Explosives Disposal Unit of the Peruvian Navy has an EOD (Explosive Ordnance Disposal) Robot that is operated remotely to be able to manipulate and deactivate explosive objects in the different areas where these terrorist attacks are carried out in the Lima region. The personnel in charge of manipulating the operation of the Robot is the explosives deactivator man, the problem that lies is the detection and identification of explosives in the decision making to be able to carry out the operation of deactivation of the explosive, these processes are of vital importance when treating of a critical system that is integrated within its functions for the operation of the EOD Robot whose purpose is to safeguard people's lives.

The theoretical contribution that will be developed in the intelligent system will cover the area of artificial vision, machine learning algorithms, deep learning and artificial neural networks, applied in a practical way in the elaboration of datasets and their training, in order to teach the minicomputer Thanks to the most efficient algorithm for object detection with the OpenCV library, the design of graphical interfaces will also be implemented with the Python library Tkinter itself in the development of the intelligent system.

The development of intelligent systems using open software and hardware tools will provide benefits both in learning, elaboration, construction of own designs to be implemented in the various fields of electronics and systems. In this case, automating the detection and identification processes for decision making will, in the future, give a substantial step to industry 5.0 in scenarios in which both man and machine converge in automated predictions, as is being done in UBER, NVIDIA, TESLA , SIEMENS, etc

In order to obtain the technological solution of the intelligent explosives detection system, we will define the problematic situation, objectives and software execution methodologies, the latter will include the following phases such as planning, design, development and testing, which will provide agility in the development and direct relationship with the user who will be the system operator. The elaboration of datasets, the training for the detection and identification of the explosive, the development of graphical interfaces and implementation in the minicomputer, gave the solution in the optimization of the detection and identification process, implemented as one of its functions to the EOD Robot.

**Keywords:** OpenCV library, artificial vision, datasets, explosives, deep learning.