



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“El éxito consiste en 1% de inteligencia y el 99% de constancia”





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

INVESTIGACIÓN, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA PARA CONTEO Y GEOETIQUETADO DE PERSONAS, PARA MISIONES DE RESCATE UTILIZANDO TOMAS AÉREAS MEDIANTE CÁMARAS TÉRMICAS EN TRAYECTORIAS AUTÓNOMAS PREDEFINIDAS.

Autores: Byron Jiménez
Inti Toalombo

Directora:
Ing. Andrea Córdova



OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un prototipo de sistema de conteo y geoetiquetado de personas, para misiones de rescate, mediante tomas aéreas térmicas en trayectorias autónomas predefinidas.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar los tipos de VANT (Vehículo aéreo no tripulado) que son factibles de utilizar en el desarrollo del proyecto.
- Determinar la mejor configuración del sistema VANT- Cámara Térmica y su aplicación en misiones de rescate, a fin de realizar el algoritmo que permita filtrar, discriminar, contar y geoetiquetar personas.
- Configurar el sistema de navegación, que facilite establecer trayectorias en un área delimitada por el usuario, desde una estación terrena.
- Fusionar el sistema de navegación del VANT y el algoritmo de procesamiento de imágenes obtenidas con la cámara térmica, realizar pruebas de funcionamiento y analizar los resultados obtenidos.

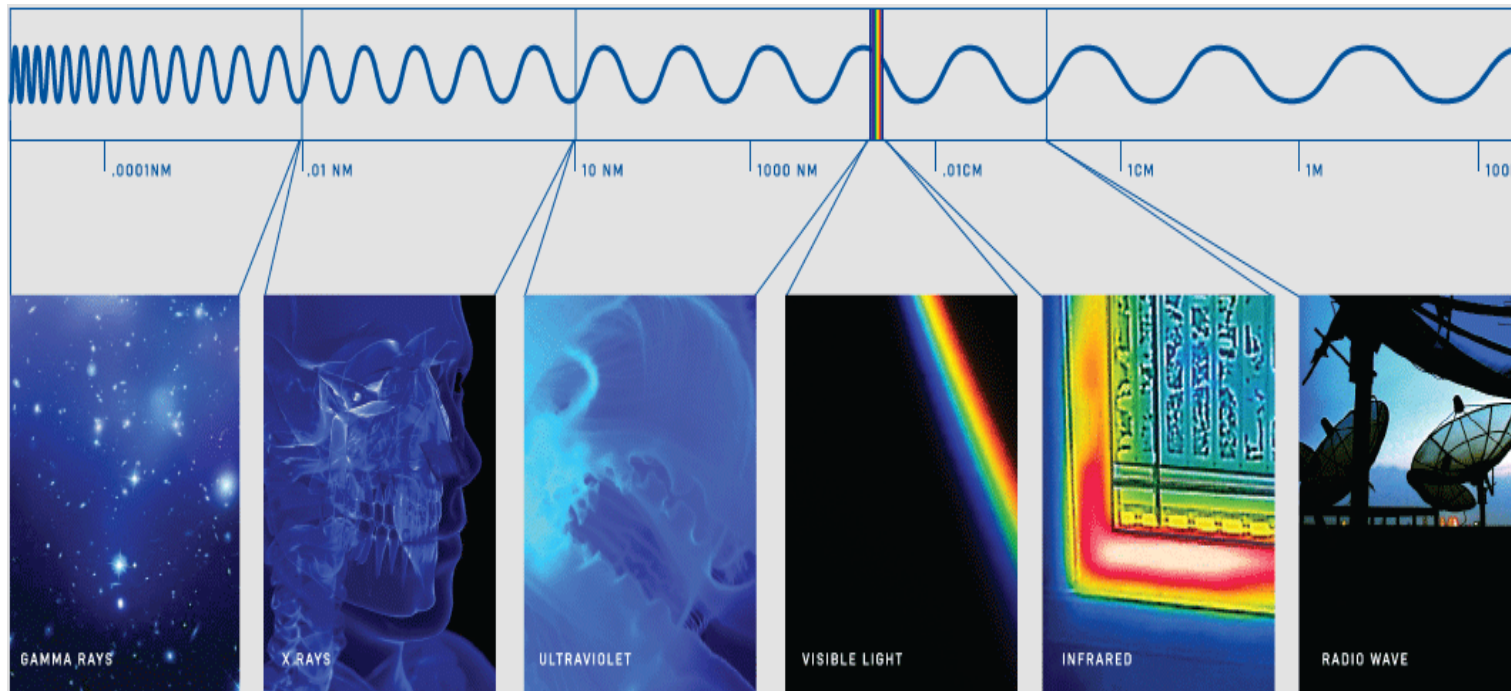


HIPÓTESIS

¿La investigación, diseño e implementación de un prototipo de sistema para conteo y geoetiquetado de personas, para misiones de rescate, utilizando tomas aéreas mediante cámaras térmicas en trayectorias autónomas predefinidas facilitará el acceso al lugar del desastre así como también facilitará y mejorará la eficacia en el rescate de personas?



ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO



La radiación electromagnética la cual toda materia emite o absorbe, es una composición de campos eléctricos y magnéticos oscilantes

- Luz visible.
- Rayos UV mas corta que la luz visible.
- Rayos X Longitud de onda 0,03 y 3 nm.
- Rayos Gamma poseen mayor energía.
- Luz Infrarroja están solamente un poco más allá del espectro de luz visible.(Visible con cámara térmica)



RPA ()

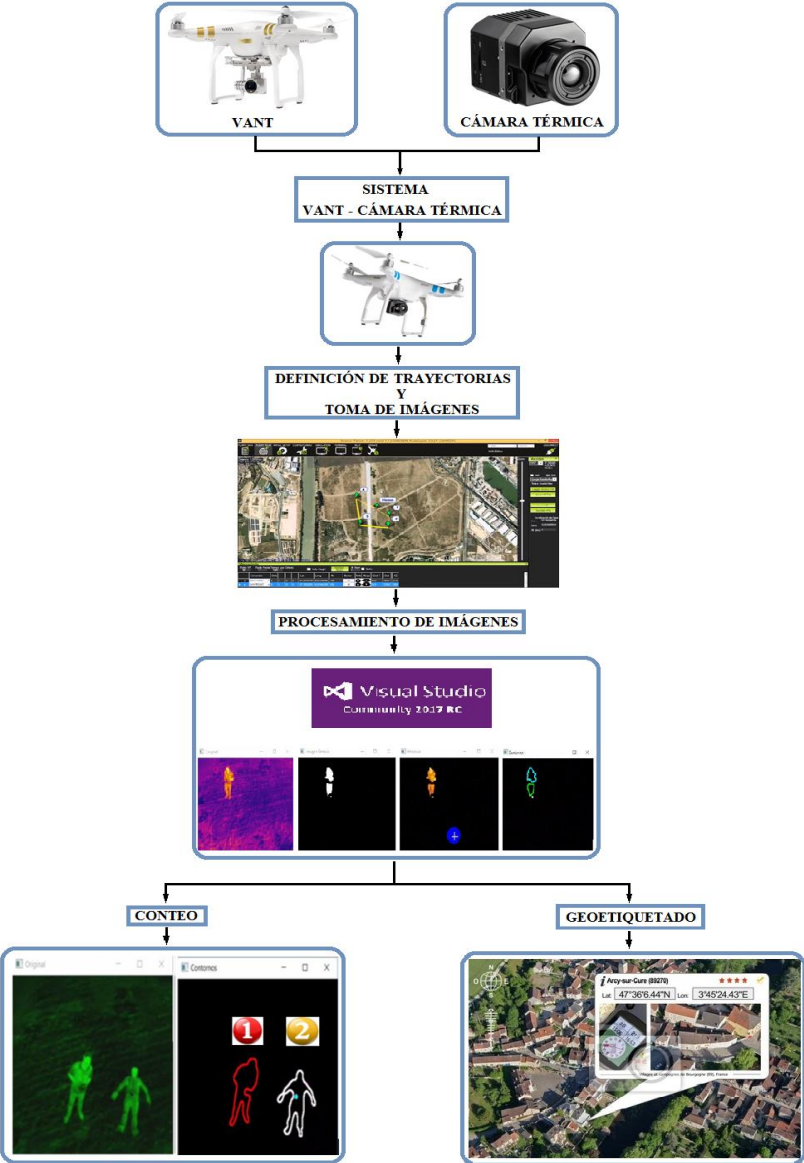
El sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS) comprende un conjunto de elementos configurables, sus estaciones de piloto remoto conexas, los enlaces necesarios y todo otro elemento del sistema que pueda necesitarse, en cualquier punto durante el vuelo.



- **Segmento de Vuelo.** Constituido por el RPA y los sistemas de recuperación (aterriaje sobre ruedas o patines, red, cable, paracaídas, etc.)
- **Segmento de Tierra.** Constituido por la estación de control del piloto remoto (por lo general se encuentra en tierra y recibe la información enviada por el RPA y a su vez le da órdenes) y los sistemas lanzadores (pueden ser neumáticos, hidráulicos, etc.)



ESQUEMA DEL SISTEMA

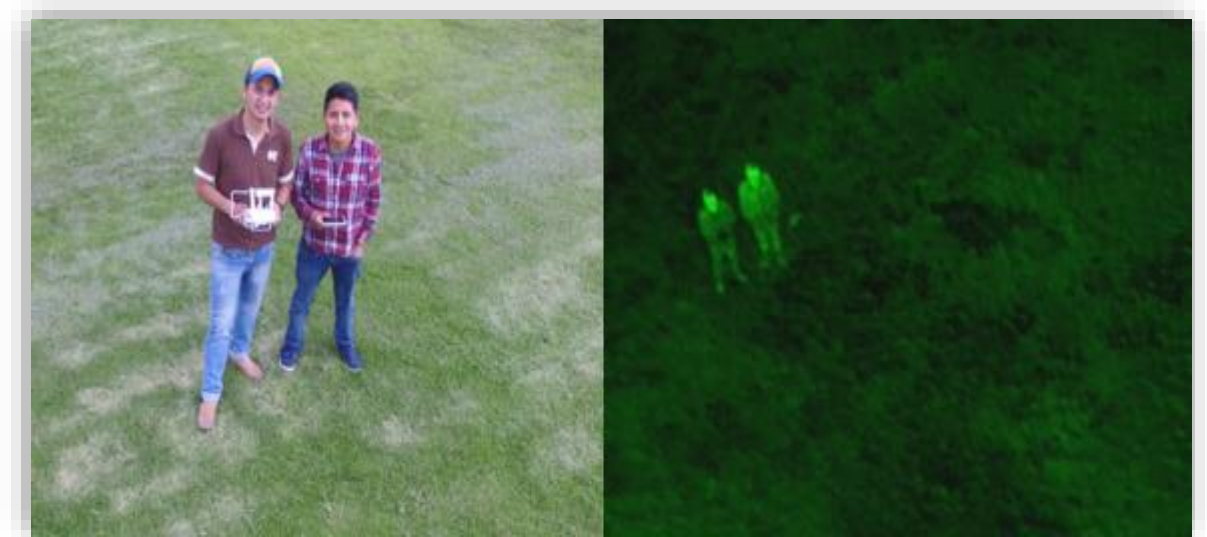


CÁMARA TÉRMICA

Mide la radiación térmica de los cuerpos, estos dispositivos manejan generalmente longitudes de onda entre $8 \mu m$ y $15 \mu m$.

Posee un sensor térmico denominado microbolómetro:

- Calienta y cambia su resistencia
- La variación se mide y se equipara
- Imagen visible mostrada en una LCD



CÁMARA FLIR VUE PRO

Cámara Térmica	Microbolómetro Vox no refrigerado
Resolución	<ul style="list-style-type: none">• 640x512• 336x256
Banda espectral	7.5 – 13.5 μm
Zoom	Ajustable con la aplicación
Frecuencias de imagen	7.5 (NTSC); 8.3 Hz (PAL)
Dimensiones	57.4mm x 44.4mm x 44.4 mm
Peso	92.1 – 113.4 g (En función de la configuración)
Voltaje de entrada	De 4.0 a 6.0 Vcc
Disipación de potencia, estado estable (máximo 2.5 W durante la obturación, unos 0.5 seg.)	<ul style="list-style-type: none">• ± 1.2 W• 1.0 W
Rango de temperatura operativa	De -20°C a $+50^{\circ}\text{C}$
Rango de alimentación de poder	5-28 VDC
Rango de temperatura no operativa	De -55°C a $+95^{\circ}\text{C}$
Altitud operativa	Más de 12 000 metros

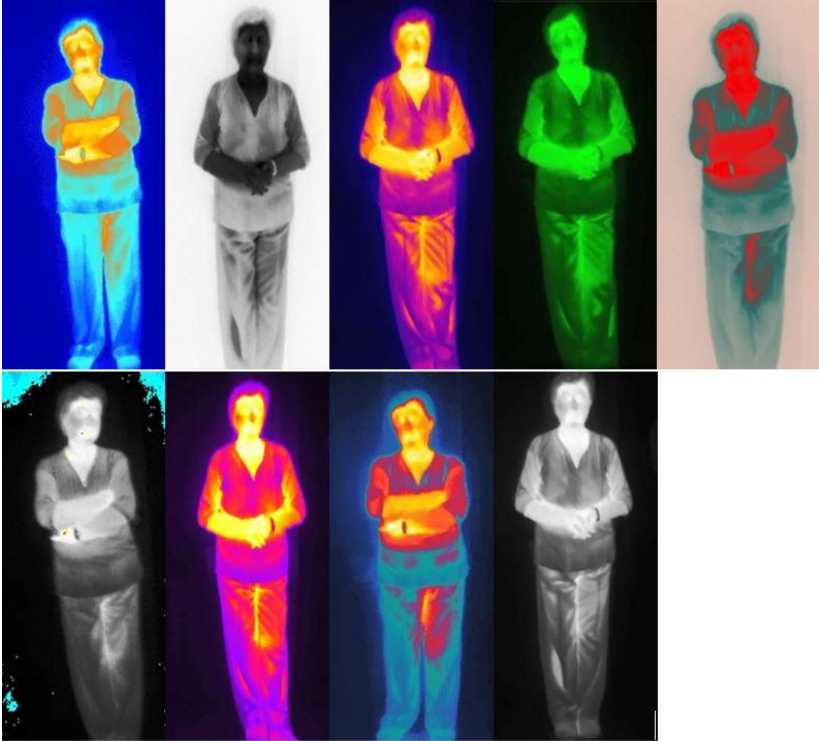


FLIR UAS

App Flir UAS



Paletas



VANT (Vehículo Aéreo No Tripulado)

Los vehículos aéreos no tripulados o UAV'S (Unmanned Aerial Vehicle), son vehículos manejados remotamente o de una manera autónoma en el cual por el hecho de no poseer un piloto dentro de la aeronave o en sí, una tripulación, este es controlado a distancia y planeado desde otro lugar (tierra, otra aeronave, espacio), lo que permite a este dispositivo ser programado en distintos modos de vuelo.

Para la selección del VANT se considerará principalmente parámetros como:

- Seguridad
- Carga Útil
- Estabilidad
- Autonomía
- Precio



PHANTOM 3 PROFESSIONAL

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICACIÓN
1 Tiempo de vuelo	Aprox. 23 minutos
2 Peso (Batería y Hélices incluido)	1.280 kg
3 Batería de Vuelo	<ul style="list-style-type: none">• Capacidad: 4480 mAh• Voltaje: 15.2 V• Tipo: Lipo 4S• Energía: 68 Wh• Peso: 365 g
4 Velocidad	<ul style="list-style-type: none">• Máxima: 16 m/s (modo ATTI)
5 Altura Máxima	19685 pies (6000 m)
6 Sistema de Posicionamiento por Satélite	GPS / GLONASS
7 Carga Útil	2.5 lbs
8 Radio Control	<ul style="list-style-type: none">• Frecuencia de Radio: 2.400 – 2.483 GHz• Máxima distancia de Transmisión: 2.2 millas (3.5 km)
9 Puerto de Salida de Video	USB
10 Batería del Controlador	6000 mAh LiPo 2S
11 Cámara	<ul style="list-style-type: none">• Lente: 94° 20 mm (35 mm formato equivalente)• Tamaño de Imagen: 4000*3000• Foto: JPEG, DNG (RAW)• Video: MP4, MOV
12 Gimbal	3 ejes (cabeceo, balanceo, guiñada)
13 Aplicación DJI GO	<ul style="list-style-type: none">• Frecuencia: 2.4 GHz ISM• Compatibilidad: IOS 8.0 o posterior Android 4.1.2 o posterior
14 Precio USD	\$ 1200



APLICACIÓN VANT



DJI Go
Go Create



UgCS es el software definitivo para planificar y realizar misiones con RPAS. Soporta las plataformas y vehículos UAV más populares de forma nativa y es posible configurar múltiples aeronaves de forma sencilla.

UgCS proporciona herramientas convenientes para levantamientos aéreos, inspecciones, agricultura y cualquier actividad aérea con drones, planificada o no, permitiendo su control directo.



TRAYECTORIAS AUTÓNOMAS

Misión de 11/09/2017 18:16 (...)

buscar lugares

12:03

EMU-COPTER-17

Phantom3-COPTER-...

Seleccionar perfil

Altitud del punto de despegue

Centrarse en la ubicación de...

Obtener control

Liberar control

Mostrar avatar

Mostrar telemetría

Mostrar comandos

Ver el vídeo

Mostrar huella de cá...

ADS-B transpondedor

Quitar

Cargar

Modo automático Modo manual

Click & Go

Suspender Continuar

Volver a la base

Mostrar registro

Telemetría: Phantom3-COPTER-87 (import 2)

Batería	GPS	Telemetría	Enlace RC
N/D	N/D	N/D	N/D
N/D	N/D	N/D	N/D

Prima	Altitud, m		Velocidad vertical, m/s
	AGL	AMSL	
N/D	N/D	N/D	N/D

Velocidad horizontal, m/s	
Avance	Verdadera
N/D	N/D

Altura la tierra: N/D

Latitud: N/D Longitud: N/D

Distancia a la posición inicial: N/D

Dirección: N/D

Curso: N/D

Ubicación: N/D

Inclinación: N/D

Giro: N/D

Enlace descendente: N/D

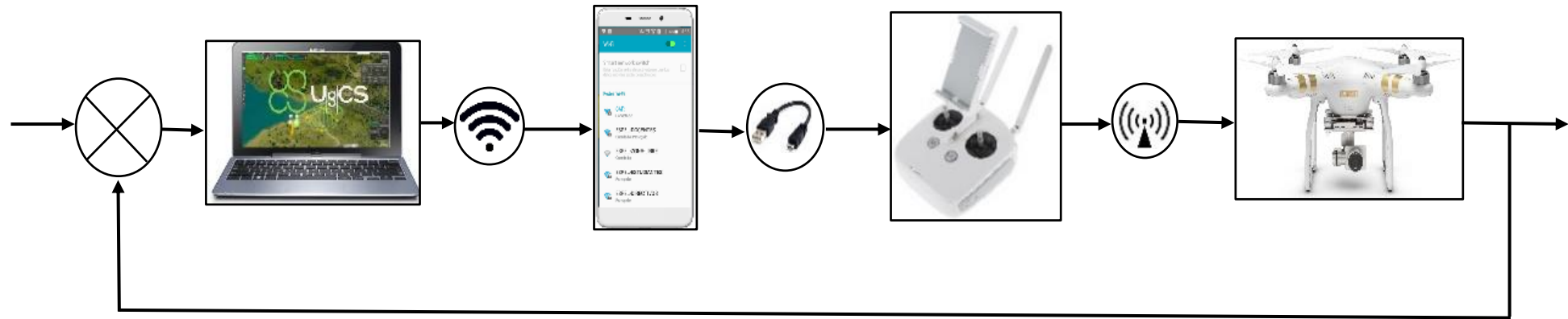
Enlace ascendente: N/D

Elevación 2,77 km

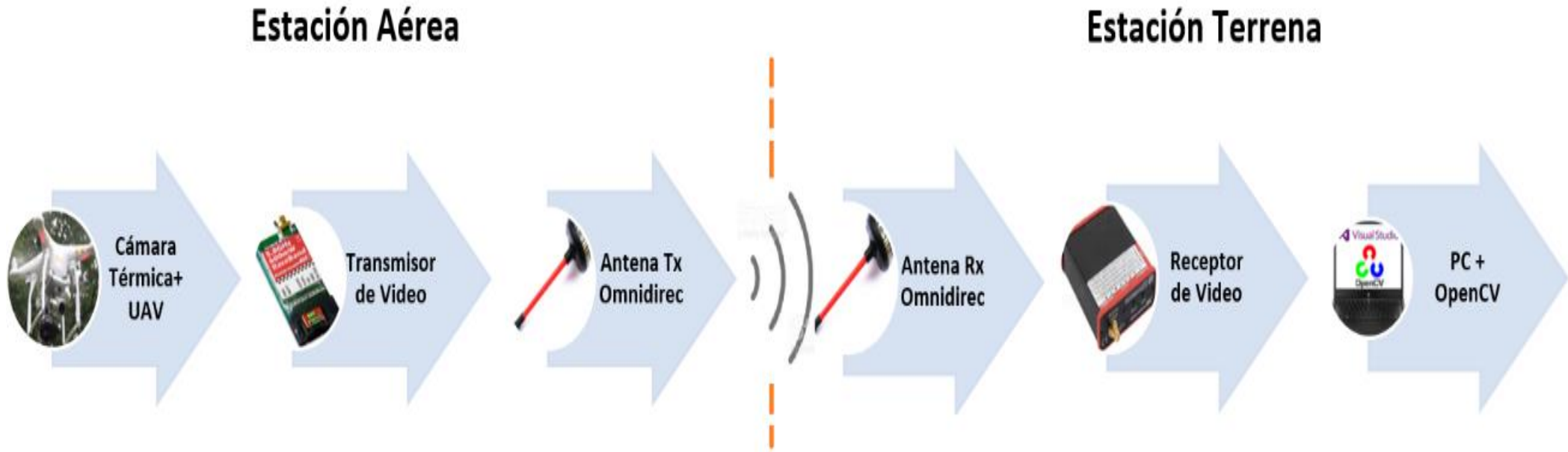
Altitud del ojo 2,93 km



CARGA DE MISIÓN Y RUTA AL PHANTOM 3 PROFESSIONAL



ADQUISICIÓN DE IMÁGENES TÉRMICAS



- Transmisor de video: InmersionRC frecuencia 5740MHz – 5860 MHz voltaje de alimentación 6vcd – 25vcd
- Receptor de video: Inmersion RC UNO5800 voltaje de alimentación 6vcd-16vcd



IMÁGENES TÉRMICAS OBTENIDAS



SEGMENTACIÓN

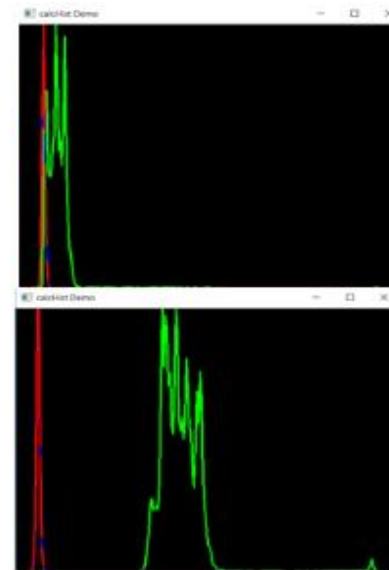
Consiste en distinguir y separar cada uno de los objetos presentes en la escena y filtrar únicamente el o los objetos de interés

Imágen Térmica

Histograma



a)



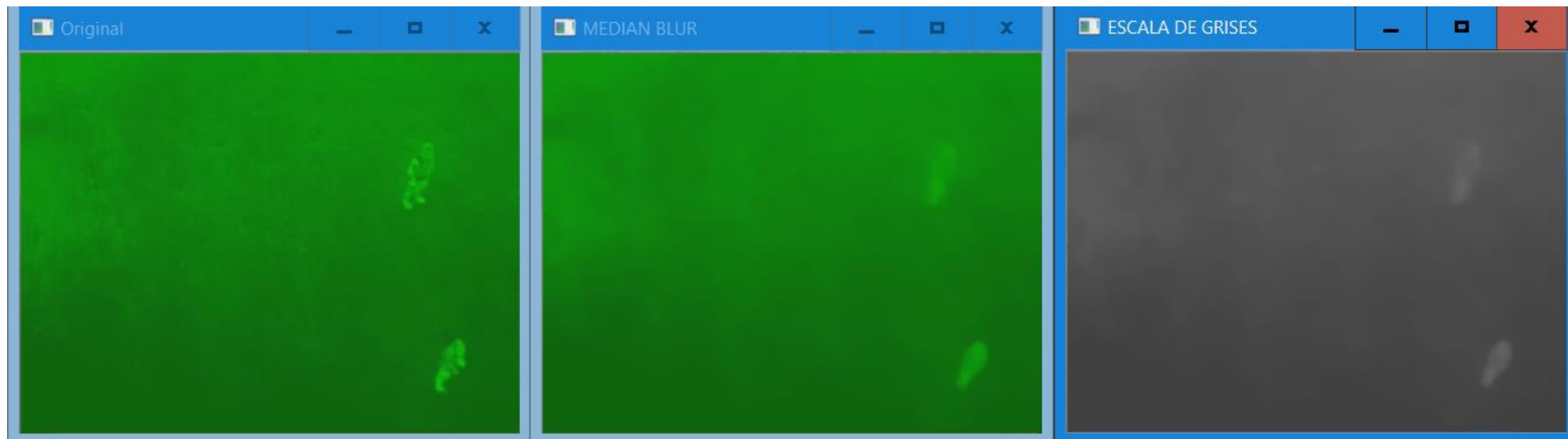
b)



SEGMENTACIÓN

- Aplicación de filtro medianBlur
- conversión de la imagen a color a niveles de gris

$$I = \text{Round} \left\{ \frac{1}{3} (R + G + B) \right\}$$



MÉTODO OTSU

- Se basa en la variación de intensidad entre los píxeles de objeto de interés y los píxeles del fondo.
- Asume que la imagen tiene dos clases de píxeles
- Calcula el umbral óptimo de forma automática
- Minimiza la varianza intra-clase y maximiza la varianza interclase.



SEGMENTACIÓN

- Se parte de una imagen en escala de grises con N píxeles y L posibles niveles diferentes de gris.

$$p_i = \frac{f_i}{N}$$

- Umbralización en dos niveles

$$c_1[1, 2, \dots, t] \text{ y } c_2[t + 1, \dots, L].$$

- Distribución de probabilidad de niveles de gris

$$c_1 = \frac{p_1}{\omega_1(t)}, \dots, \frac{p_t}{\omega_1(t)}$$

$$c_2 = \frac{p_{t+1}}{\omega_2(t)}, \frac{p_{t+2}}{\omega_2(t)}, \dots, \frac{p_L}{\omega_2(t)}$$

=====> Donde

$$\omega_1(t) = \sum_{i=1}^t p_i \quad \& \quad \omega_2(t) = \sum_{i=t+1}^L p_i$$



SEGMENTACIÓN

- Media para la clase C1 y la clase C2

$$u_1 = \sum_{i=1}^t \frac{iP_i}{\omega_1(t)} \quad \& \quad u_2 = \sum_{i=t+1}^L \frac{iP_i}{\omega_2(t)}$$

- Intensidad media

$$\omega_1 \cdot u_1 + \omega_2 \cdot u_2 = u_T \quad \omega_1 + \omega_2 = 1$$

- Definición de Otsu

$$\sigma_B^2 = \omega_1(u_1 - u_T)^2 + \omega_2(u_2 - u_T)^2$$

- Umbral t^* (óptimo)

$$t^* = \text{Max}_t \{ \sigma_B^2(t) \} \quad 1 \leq t \leq L$$

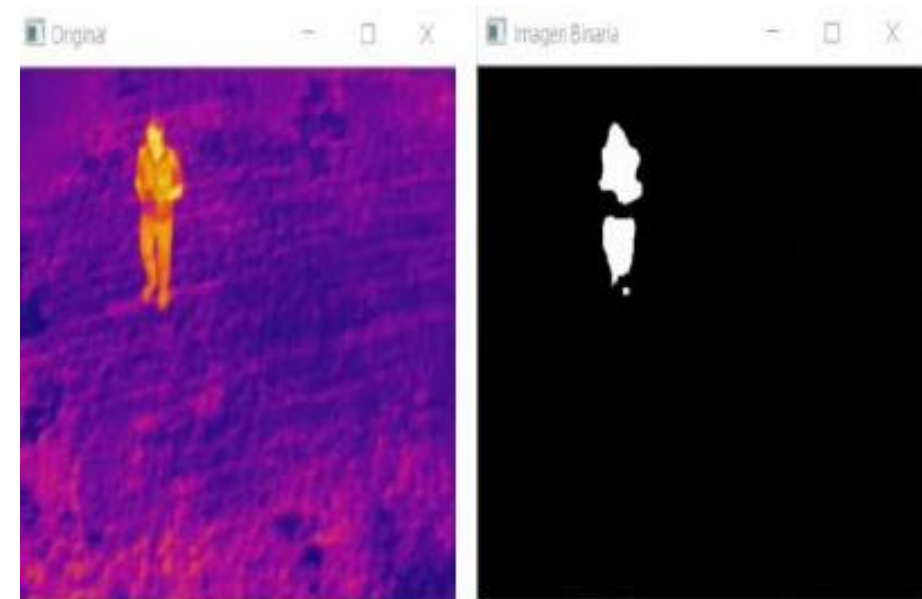


SEGMENTACIÓN

Resultado de filtrado (GreenHot)



Resultado de filtrado (IronBow)



IV TOMA DE MUESTRAS

Muestras positivas

p (1).png



p (2).png



p (3).png



p (4).png



p (11).png



p (12).png



p (13).png



p (14).png



Muestras negativas



n (41).png



n (42).png



n (43).png



n (44).png



n (52).png



n (53).png



n (54).png

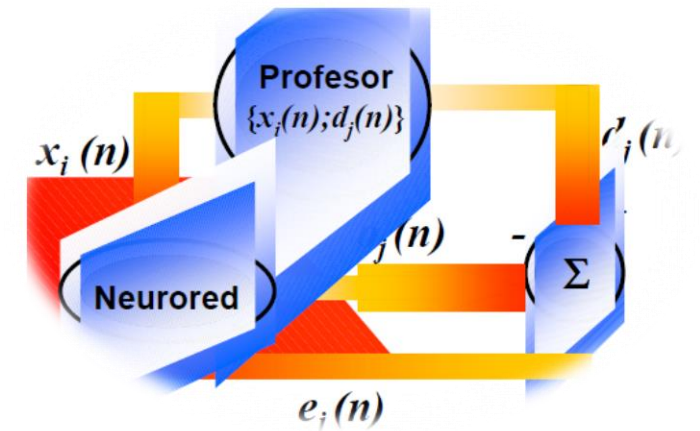


n (55).png



ENTRENAMIENTO DE LA RNA

- El proceso de entrenamiento o aprendizaje es similar a enseñarle algo a un niño por lo que debemos enseñarle que debe aprender y que no debe aprender.
- Utiliza un conjunto de pares de entrenamiento
- Redimensionar imágenes muestra a 32x32 pixeles
- Generar y guardar datos de entrenamiento “entrenamiento.ocv”.
- Introducir a la red y esperar la respuesta
- Re-entrenar si la respuesta no es correcta
- Generar un archivo “.xml”

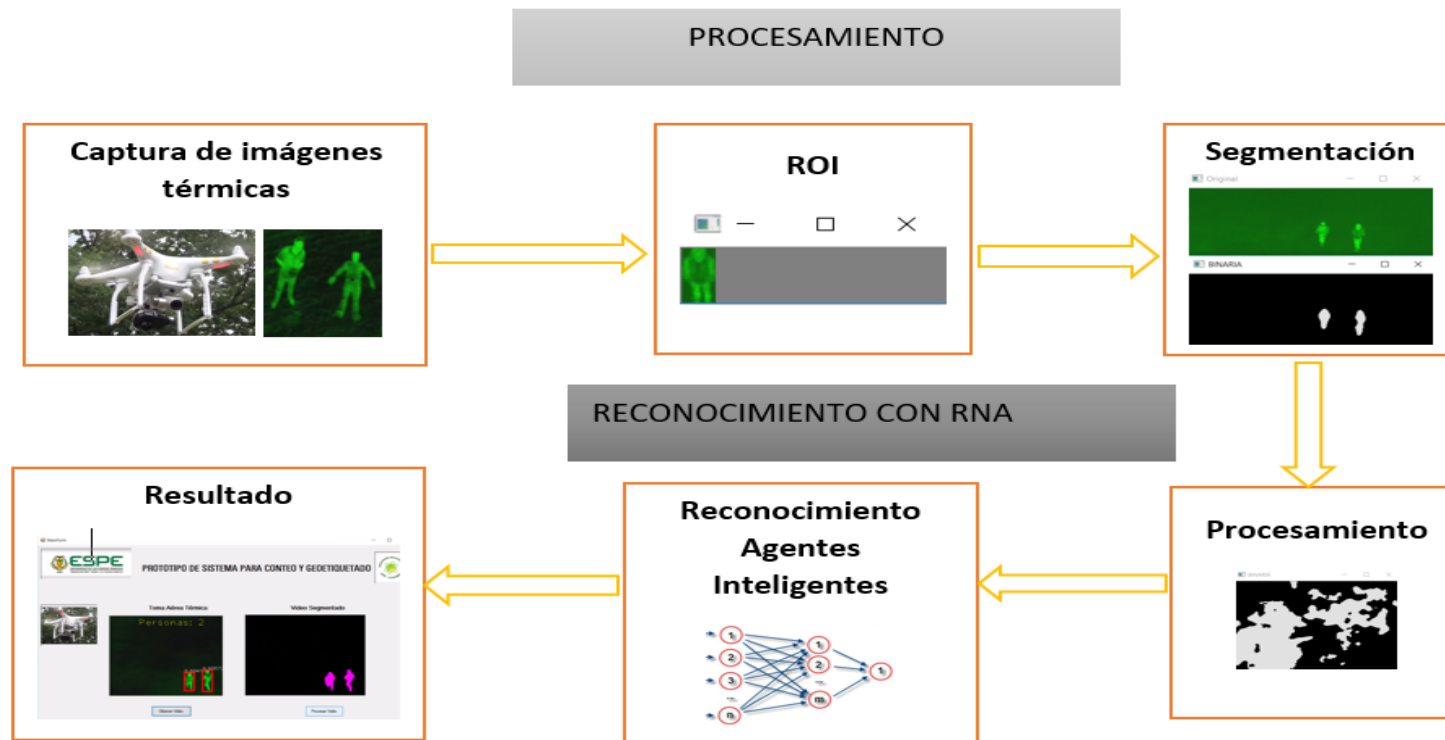


CARACTERÍSTICAS DE LA RNA

- Perceptrón multicapa con retro propagación
- 1024 entradas
- 8 capas ocultas
- 1 capa de salida
- Función de activación sigmoide estándar
- Porcentaje de reconocimiento seteado en 60%

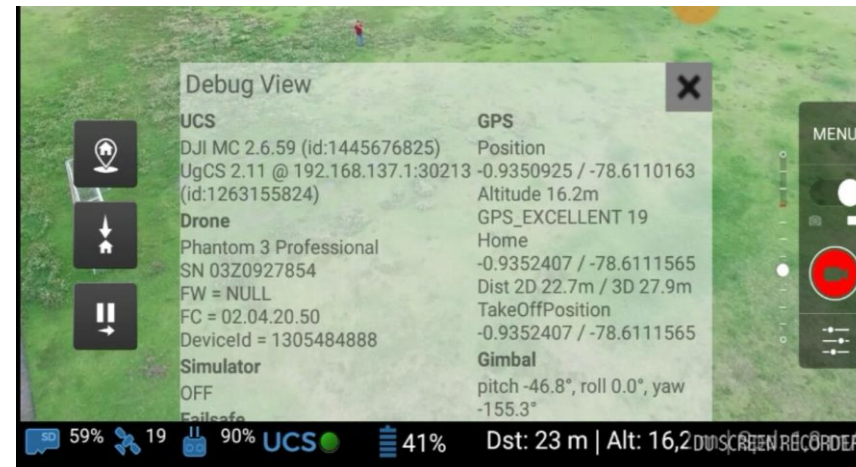


ALGORITMO DE DETECCIÓN

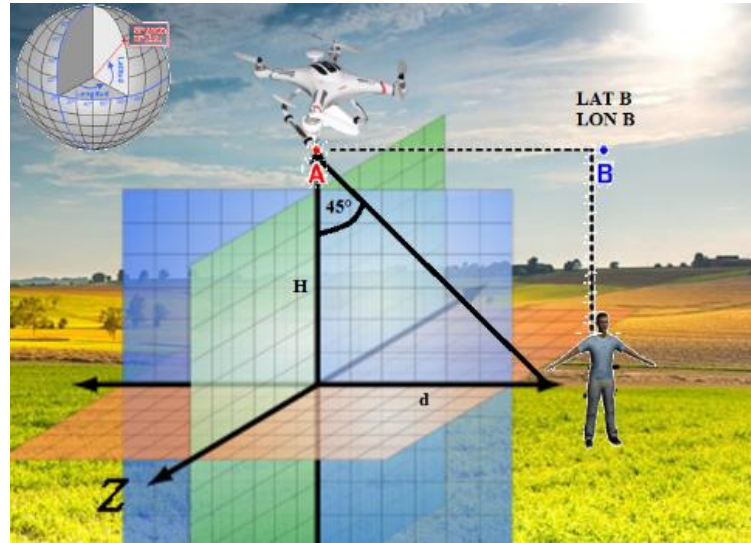


GEOLOCALIZACIÓN EN VIDEO

Gracias al sistema de posicionamiento GPS del Phantom 3 Pro, se puede determinar parámetros precisos de latitud, longitud y altura mediante coordenadas que se muestran en la pantalla en tiempo real, lo que indica la posición exacta del dispositivo en cada segundo de vuelo, así como un histograma con toda la información de la misión que luego de un análisis facilitara la geolocalización de cada persona encontrada.



GEOLOCALIZACIÓN EN POSTPROCESAMIENTO



$$d = \tan \alpha * h$$

$$v = 2 \frac{m}{s}$$

$$d = 15m$$

$$t = \frac{d}{v}$$

$$t = 7.5s$$



GEOLOCALIZACIÓN EN POSTPROCESAMIENTO

UgCS 2.11.250

Diseño sin título

buscar lugares

14:14

EMU-COPTER-17

Phantom3-COPTER-87

Telemetría: Phantom3-COPTER-87

Batería	GPS	Telemetría	Enlace RC
N/D	N/D	N/D	N/D
N/D	N/D	N/D	N/D
Prima	Altitud, m AGL	Altitud AMSL	Velocidad vertical, m/s
N/D	N/D	N/D	N/D

Geolocalizado: Phantom3-COPTER-87

Explorar

Hora local: 19/10/2017 14:14:59.64

Hora de la cámara: 19/10/2017 14:14:59.64

Cámara desplazamiento de tiempo (s):

Zona de Configurar hora de la cámara (UTC) si es diferente a la zona horaria de PC

Datos de altitud para escribir: Ninguno

Procesamiento se completó.
Imágenes restantes: 0
Imágenes procesadas: 10

Ocultar el mapa

Processar

Escribir etiquetas a los archivos de imagen

Cerrar

Phantom3-COPTER-87
19/10/2017 13:44:05 (03:48)
Altitud: 2783,43 m AMSL
19/10/2017 13:46:11
Haga clic para establecer la hora actual
Haga clic con el botón derecho para establecer los límites de intervalo

Mostrar registro

Phantom3-COPTER-87: 19/10/2017 13:44:05 (03:48)

19/10/2017 0:00:00

Velocidad: 1x 2x 4x 8x

0° 56' 00,60" S
76° 36' 39,72" O

Elevación 2,77 km
Altitud del ojo 2,84 km



PRUEBAS DE NAVEGACIÓN

Locación	Acceso a Internet	Número de Pruebas	Carga de Ruta	Completa la Misión
Estadio ESPE extensión Latacunga	SI	20	100%	95%
Parque Náutico La Laguna	NO	20	100%	100%
Estadio de Illuchi	NO	10	100%	100%
Pista de Aeromodelismo Tilipulo	NO	5	100%	100%



PRUEBAS Y RESULTADOS

SEGMENTACIÓN

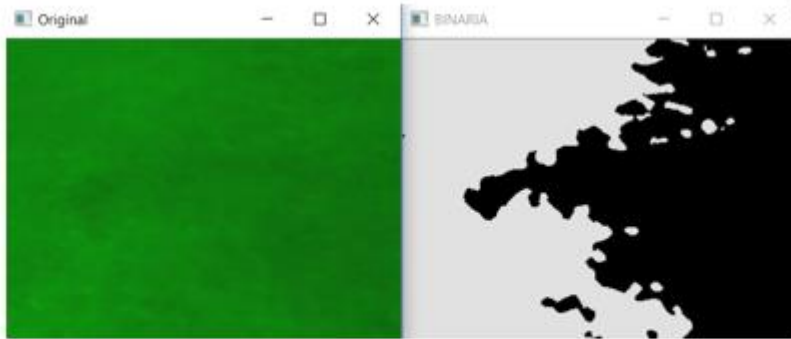


Figura 66. Prueba de segmentación y procesamiento cuando no existe ninguna persona en la escena

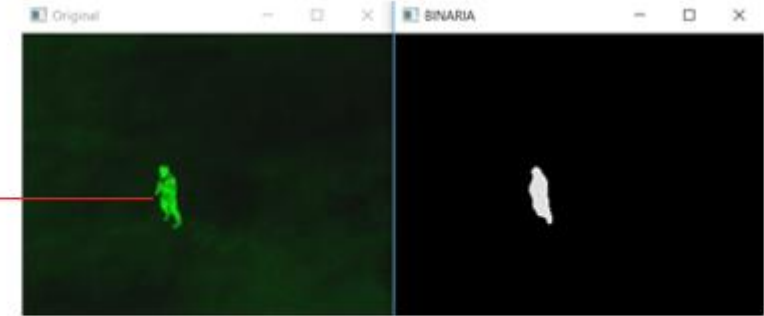


Figura 67. Prueba de segmentación y procesamiento cuando existe una persona en la escena.

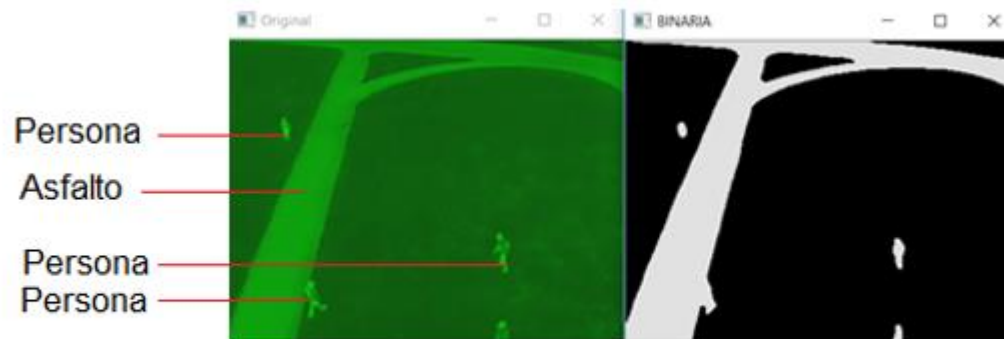


Figura 68. Pruebas de segmentación y procesamiento cuando existen varias fuentes de calor



PRUEBAS Y RESULTADOS

The screenshot displays a software application titled "PROTOTIPO DE SISTEMA PARA CONTEO Y GEOETIQUETADO" (Prototype System for Counting and Geotagging). The interface includes a sidebar with the ESPE logo and navigation options like "MENÚ" and "Controles". The main area shows a video file path, a progress bar for "Porcentaje Video", and two side-by-side images: "Toma Aérea Térmica" (Thermal Aerial Shot) and "Video Segmentado" (Segmented Video). The segmented video shows 19 detected persons. A "Reporte de Datos" (Data Report) is visible at the bottom, and a "Num Personas" (Number of Persons) field displays "19". A "Salida de Datos" (Data Output) field and a "Salir" (Exit) button are also present.

UBICACION

File Home Share View Manage

Pin to Quick access Copy Paste Move to - Delete - Copy to - Rename New folder Properties Select

Clipboard Organize New Open

« MUEST... » UBICACION Search UBICACION

persona1.png persona2.png persona3.png persona4.png

persona5.png persona6.png persona7.png persona8.png

persona9.png persona11.png persona12.png persona15.png

persona18.png persona19.png

14 items



PRUEBAS Y RESULTADOS

The image shows a software application window titled "Conteo y Geoetiquetado" and a Windows File Explorer window titled "UBICACION".

Software Interface (Conteo y Geoetiquetado):

- Header:** Logo of ESPE (Universidad de las Fuerzas Armadas) and the title "PROTOTIPO DE SISTEMA PARA CONTEO Y GEOETIQUETADO".
- Left Panel:**
 - Selección entrada video:** Video source selection (set to "Video"), camera ID selection, and video GPS path.
 - Controles:** Buttons for "Pausar Video", "Procesar Video", "Stop Procesamiento", "Dejar contar" (highlighted with a yellow circle), and "Resetear".
 - Autores:** Byron Jiménez and Inti Toalombo.
- Main Area:**
 - Cargar Video:** File path: E:\ESPE\TESIS\videos termicos\elocacion_liluchi_3gp. A progress bar shows "Porcentaje Video" at approximately 100%.
 - Toma Aérea Térmica:** Thermal video frame showing red and green highlights.
 - Video Segmentado:** Segmented video frame showing white highlights on a black background.
 - Reporte de Datos:** A "Debug View" window showing drone and GPS data:

```
Debug View
UCS
DJI MC 2,6-59 (id:1955053497)   GPS
JigCS 2.11 @:192.168.137.1:1873 -0.9885222 / -78.5962048
(id:-2102961396)              Altitude 14.5m
Drone                          GPS_EXCELLENT 16
Phantom 3 Professional         Home
SN 0320927854                  -0.9884397 / -78.5963276
FW = NULL                       Dist.2D 16.8m / 3D 22.3m
FC = 02.04.20.50                TakeOffPosition
DeviceId = 1311895249           -0.9884397 / -78.5963276
Simulator                       Gimbal
OFF                              pitch 0.0°, roll 0.0°, yaw
                               -155.7°
6 98% UCS 93% Dst: 17 m | Alt: 14,6m
```
 - Num Personas:** A display showing the count "6".
 - Salida de Datos:** A text input field and a "Salir" button.

File Explorer (UBICACION):

- View:** Large icons.
- Location:** "MUESTRAS > UBICACION".
- Files:** Six image files named "persona1.png" through "persona6.png".



RESULTADOS

Resultados (Estadio ESPEL)

Altura	Velocidad UAV	Número total de personas ubicadas a lo largo de la trayectoria	Personas detectadas	Personas contadas	% error
14 m	1.5 m/s	10	9	9	10
15m	2 m/s	10	10	10	0
17 m	1.5 m/s	10	12	12	20
>18m	2 m/s	10	14	14	40

Resultados (Illuchi)

Altura	Velocidad UAV	Número total de personas ubicadas a lo largo de la trayectoria	Personas detectadas	Personas contadas	% error
14 m	1.5 m/s	24	25	25	4.166
15m	2 m/s	24	24	24	0
17 m	1.5 m/s	24	27	27	12.5
>18m	2 m/s	24	27	27	12.5

Resultados (La Laguna)

Altura	Velocidad UAV	Número total de personas ubicadas a lo largo de la trayectoria	Personas detectadas	Personas contadas	% error
14 m	1.5 m/s	20	23	23	15
15m	2 m/s	20	22	22	10
17 m	1.5 m/s	20	25	25	25
>18m	2 m/s	20	28	28	40



RESULTADOS DE GEOETIQUETADO

Pruebas Geolocalización en Video.

N° Persona	Valor Calculado	Valor Real	% error
1	LAT: -0,93519	LAT: -0.93519	2.1 E-0.5
	LON: -78,61101	LON: -78.61101	3.4 E-0.6
2	LAT: -0,93528	LAT: -0.9353668	9.5 E-0.3
	LON: -78,61108	LON: -78.6110647	2.3 E-0.5
3	LAT: -0,93542	LAT: -0.9355247	1.1 E-0.2
	LON: -78,61106	LON: -78.6110447	1.3 E-0.5
4	LAT: -0,93562	LAT: -0.9356947	7.7 E-0.3
	LON: -78,61110	LON: -78.6110111	0
5	LAT: -0,93569	LAT: -0.9357065	2 E-0.3
	LON: -78,61108	LON: -78.6111438	7.8 E-0.5
6	LAT: -0,93570	LAT: -0.9357251	3.6 E-0.3
	LON: -78,61123	LON: -78.6112925	8.1 E-0.5
7	LAT: -0,93561	LAT: -0.9355593	5.2 E-0.3
	LON: -78,61132	LON: -78.6113229	2.2 E-0.6
8	LAT: -0,93547	LAT: -0.9353993	7.4 E-0.3
	LON: -78,61135	LON: -78.63491	0.03
9	LAT: -0,93533	LAT: -0.9352517	8.1 E-0.3
	LON: -78,61136	LON: -78.6113681	6.2 E-0.6
10	LAT: -0,93521	LAT: -0.9351669	4.1 E-0.3
	LON: -78,61118	LON: -78.6111824	1 E-0.5

Pruebas Geolocalización en Postprocesamiento.

N° Persona	Valor Calculado	Valor Real	% error
1	LAT: -0.93519	LAT: -0.93519	4.1 E-0.4
	LON: -78.61101	LON: -78.61101	0
2	LAT: -0.9353668	LAT: -0.9353668	0
	LON: -78.611065	LON: -78.6110647	3.8 E-0.7
3	LAT: -0.9355247	LAT: -0.9355247	0
	LON: -78.611087	LON: -78.6110447	5.4E-0.5
4	LAT: -0.9356947	LAT: -0.9356947	0
	LON: -78.6110112	LON: -78.6110111	1.3 E-0.7
5	LAT: -0.9357066	LAT: -0.9357065	1.1 E-0.5
	LON: -78.6111448	LON: -78.6111438	1.3 E-0.6
6	LAT: -0.9357252	LAT: -0.9357251	1.1 E-0.5
	LON: -78.6112929	LON: -78.6112925	5.1 E-0.7
7	LAT: -0.93555	LAT: -0.9355593	5.2 E-0.3
	LON: -78.6113210	LON: -78.6113229	9.9 E-0.4
8	LAT: -0.9353996	LAT: -0.9353993	2.4 E-0.6
	LON: -78.63498	LON: -78.63491	3.2 E-0.5
9	LAT: -0.9352557	LAT: -0.9352517	8.9 E-0.5
	LON: -78.6113683	LON: -78.6113681	4.3 E-0.4
10	LAT: -0.9351669	LAT: -0.9351669	2.5 E-0.7
	LON: -78.6111825	LON: -78.6111824	1.3 E-0.7



VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

- El sistema ha sido capaz de identificar, contar y geoetiquetar personas en diferentes escenarios adquiriendo imágenes térmicas de muy buena calidad las cuales son archivadas para su postprocesamiento.
- El reconocimiento, conteo y geoetiquetado de personas se ha realizado con un error no mayor al 1%, dicho porcentaje depende en gran manera de la locación en que se ponga en funcionamiento el sistema.
- El proyecto facilita enormemente el rescate de personas por su eficacia debido a que el tiempo máximo que el usuario se demora en poner en funcionamiento el sistema es inferior a 5 minutos. Además, se procesan un gran número de imágenes, haciendo que el rescate se programe en un lapso de tiempo muy corto.
- El proyecto es factible de utilizarse para misiones de rescate ya que el acceso a los lugares del desastre es mucho más fácil y rápido debido a que la definición de la trayectoria del UAV se lo realiza en un tiempo inferior a 3 minutos y puede despegar desde cualquier lugar e ir a la zona de interés sin necesidad de que el usuario también vaya al lugar en cuestión.
- El prototipo fue implementado a bajo costo y es accesible para cualquier usuario accediendo a una interfaz amigable que permite al usuario tener habituación al mismo ya sea con los equipos descritos en el proyecto o con equipos de similares características para la puesta en marcha.



CONCLUSIONES

- Se desarrolló un prototipo de sistema para conteo y geoetiquetado de personas usando un vehículo aéreo no tripulado (Phantom 3 Professional) equipado con una cámara térmica Flir Vue Pro y un sistema de transmisión de video lo que permitió visualizar imágenes térmicas en tiempo real. Las mismas que posteriormente serán procesadas mediante el uso de inteligencia artificial como: Redes Neuronales Artificiales (Perceptrón Multicapa) y herramientas de Visión Artificial contenidas en librerías de OpenCv.
- La implementación del proyecto permitió validar la hipótesis puesto que se implementó un prototipo de sistema que permite acceder a lugares difíciles con ayuda de un vehículo aéreo haciendo que la identificación de personas sea muy eficaz debido a la rapidez con que se pone en marcha el sistema, además este proyecto queda como base para investigaciones posteriores ya que la versatilidad de este proyecto permite usarlo en diferentes tareas.
- La cámara térmica utilizada fue la idónea debido a sus excelentes prestaciones y características que permitieron adquirir imágenes térmicas de excelente calidad lo que consecuentemente facilitó el procesamiento de las imágenes. Asimismo, de las nueve paletas disponibles se seleccionaron únicamente las paletas GreenHot e IronBow con las cuales se desarrolló el proyecto obteniendo resultados similares.



CONCLUSIONES

- Debido a que el UAV sobrevuela distintos lugares las escenas en que se adquieren las imágenes varían por lo tanto el histograma también varía. Consecuentemente no fue posible segmentar la imagen térmica por el color de la silueta de las personas si no que fue necesaria utilizar la binarización como técnica de segmentación específicamente el método Otsu, el cual calcula el umbral óptimo de forma automática y además la respuesta de este método en esta situación real fue excelente.
- Teniendo en cuenta que el radio de curvatura de la tierra es de 6378 km y conociendo que el sistema fue probado cerca de la línea ecuatorial, se requiere un gran desplazamiento para tener cambios significativos en los parámetros de latitud y longitud.
- La RNA (Red Neuronal Artificial) respondió de la manera esperada ya que presentó mínimos errores en el reconocimiento de personas, a partir de esto se puede concluir que los errores que se presentan se dan en su mayoría por imágenes térmicas mal segmentadas y muestras de siluetas tomadas sin minuciosidad.



RECOMENDACIONES

- La obtención de muestras de entrenamiento tanto positivas y negativas deben ser tomadas minuciosamente debido a que una vez que se crea la red neuronal artificial una mala toma de muestras puede alterar significativamente los resultados.
- Aunque la cámara térmica captura imágenes térmicas tanto en la noche como en el día, para realizar el procesamiento de la misma se recomienda utilizar el sistema por la noche debido a que existe un mejor contraste de la silueta de una persona con el fondo de la escena, todo lo contrario, ocurre si el sistema se pone en funcionamiento en el día debido a que el piso o cualquier cuerpo extraño puede causar ruido (Manchas o puntos) haciendo que la identificación de personas sea errónea.
- Al momento de crear la red ad hoc es necesario revisar la línea de código en la que Red hospedada admitida sea aceptada y se puede proceder sin problemas caso contrario es necesario actualizar la tarjeta de red descargando las últimas actualizaciones de la misma.



RECOMENDACIONES

- Siempre se debe tener a la mano o cerca el control remoto en caso de que ocurra alguna anomalía durante el vuelo se pueda presionar el botón RETURN TO HOME que obstruye todos los demás comandos y lo regresa a casa de forma segura.
- La velocidad seteado no debe exceder los 5 m/s, ya que superada esta velocidad las imágenes térmicas no serán apropiadas, además el procesamiento en la red neuronal no tendrá el suficiente tiempo para reconocer si es o no persona.





GRACIAS

