

Índice

1. Introducción	1
1.1. Introducción general	1
1.2. Estado del arte	2
1.2.1. Descripción y biología de la polilla	2
1.2.2. Procesamiento digital de imágenes	2
1.2.3. Técnicas de monitoreo tradicionales	3
1.2.4. Técnicas de monitoreo avanzadas	4
1.3. Trabajos previos	5
1.4. Hipótesis	6
1.5. Objetivos	6
1.5.1. Objetivo general	6
1.5.2. Objetivos específicos	6
1.6. Alcances y limitaciones	6
1.6.1. Alcances	6
1.6.2. Limitaciones	6
1.7. Metodología	7
1.7.1. Estudio sobre la polilla y metodologías de monitoreo	7
1.7.2. Estudio teórico sobre algoritmos de procesamiento de imágenes	7
1.7.3. Estudio y acercamiento al lenguaje de programación <i>Python</i>	7
1.7.4. Diseño de una estructura en 3D utilizando software <i>Inventor</i>	7
1.7.5. Identificación de los componentes a utilizar	7
2. Desarrollo	9
2.1. Circuitos electrónicos	9
2.2. Diseño 3D	9
2.3. Programación de algoritmos	10
2.3.1. Visualización de imágenes en navegador web	11
2.3.2. Obtención de datos del sensor	12
2.3.3. Conteo de objetos	13
2.4. Materiales	14
2.4.1. Características y especificaciones	14
2.4.2. Cotizaciones	19
3. Resultados experimentales	21
3.1. Resultados	21
3.1.1. Interfaz gráfica de usuario	21
3.1.2. Pruebas preliminares	21
3.1.3. Construcción de la trampa	24
3.1.4. Pruebas en campo	25
4. Conclusión	28
4.1. Sumario	28
4.2. Conclusiones	28
4.3. Trabajos futuros	29

Referencias	30
Anexos	32



Índice de figuras

1.	Trampa delta utilizada en la actualidad.	1
2.	<i>Cydia Pomonella</i> , comúnmente conocida como polilla de la manzana.	2
3.	Detección y reconocimiento de objetos en una imagen.	3
4.	Circuito de conexionado del módulo ESP32-CAM con el sensor DHT11.	9
5.	Estructura de la trampa realizada en <i>Inventor</i>	10
6.	Diagrama de flujo algoritmo visualización de imágenes en navegador web.	11
7.	Captura del monitor serie que muestra la url de la cámara.	12
8.	Diagrama de flujo para la obtención de datos del sensor.	12
9.	Diagrama de flujo para conteo de objetos en una imagen.	13
10.	Módulo ESP32-CAM.	14
11.	Módulo FTDI.	15
12.	Sensor de temperatura y humedad DHT11.	15
13.	Filamentos ASA.	16
14.	Pernos, tuercas y golillas.	16
15.	Piso pegajoso.	17
16.	Feromona sexual para <i>Cydia Pomonella</i>	17
17.	Solar Charger Shield V2.2 para Arduino.	18
18.	Panel solar de 6V.	18
19.	Batería LiPo DTP603450.	19
20.	Interfaz de usuario.	21
21.	Polillas encontradas en una trampa delta antes y después de la detección de objetos.	22
22.	Comparativa de fotografías tomadas en la noche en total oscuridad sin y con la utilización de flash.	23
23.	Base de datos creada con los valores de las pruebas realizadas.	24
24.	Trampa impresa armada.	24
25.	Mapa de la plantación de manzanos donde la trampa es probada.	25
26.	Trampa instalada en el manzano.	26
27.	Muestra de fotografía tomada en campo junto con la detección de los objetos presentes en ella.	27
28.	Base de datos creada a partir de las pruebas en campo	27
29.	Plano de la estructura.	32
30.	Plano de la parte superior de la estructura.	32
31.	Plano del lateral de la estructura.	33
32.	Plano de la base de la estructura.	33
33.	Plano de la tapa de la estructura.	34
34.	Plano de los ganchos de la estructura.	34
35.	Cotizaciones materiales.	44

Índice de tablas

1.	Listado de componentes y precios.	19
2.	Pruebas del método de detección de polillas.	22
3.	Pruebas del método de detección de polillas con flash activado.	23
4.	Pruebas del método de detección de polillas en plantación de manzanos.	26

