

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN AEROMODELO QUE CAPTURE IMÁGENES Y VARIACIÓN DEL ESPECTRO DE LA LUZ REFLEJADA EN ESPECIES VEGETALES, PARA MONITOREO Y MANEJO DE PLAGAS, EN CULTIVOS AGRÍCOLAS DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

*D. A. Cuaspud Enriquez, Aprendiz TAI - M. A. Ramirez Lopez, Facilitador TAI
Tecnocademia Itinerante Nariño*

Resumen

Este proyecto educativo tiene como objetivo principal desarrollar un sistema innovador para el monitoreo de cultivos agrícolas utilizando un aeromodelo equipado con una cámara ESP32-CAM. El sistema captura imágenes aéreas de los campos de cultivo y las transmite a una computadora a través de una conexión WiFi. Luego, se utiliza Python junto con la biblioteca OpenCV para procesar las imágenes y analizar la variación de luz reflejada en los cultivos, identificando áreas afectadas por enfermedades o plagas. Este enfoque contribuye al uso eficiente de fertilizantes y promueve la sostenibilidad agrícola, lo que, a su vez, tiene un impacto positivo en el medio ambiente y en la conservación del agua.

Este proyecto educativo demuestra cómo la tecnología puede tener un impacto significativo en la agricultura al mejorar la eficiencia y reducir el impacto ambiental. Al monitorear los cultivos de manera más precisa y proporcionar datos útiles a los agricultores, este enfoque ayuda a promover la sostenibilidad agrícola y aporta beneficios tanto económicos como ambientales.

Palabras clave: Fertilizantes, Sostenibilidad, Conservación del Agua, Educación en robótica.

Introducción

La agricultura, en su esencia, es la fuente que sustenta la vida en el planeta. No solo alimenta a la humanidad, sino que también es el motor de la economía global. Sin embargo, su contribución vital también plantea desafíos significativos, desde el uso ineficiente de recursos hasta el impacto ambiental negativo de las prácticas agrícolas intensivas, según Reyes-Palomino, S. E., & Cano Ccoa, D. M. (2022). Los agroquímicos que son parte de la agricultura intensiva: el 63% de los plaguicidas usados tienen toxicidad, considerados plaguicidas altamente peligrosos [1]. En este contexto, surge un proyecto de monitoreo de cultivos que utiliza la tecnología de un aeromodelo equipado con cámara ESP32-CAM y análisis de imágenes mediante Python y OpenCV.

La base de este proyecto radica en una serie de razones fundamentales que lo hacen esencial en el mundo actual. La optimización de recursos agrícolas es un pilar central. La agricultura representa la columna vertebral de la seguridad alimentaria global y la economía, pero el desperdicio de recursos, como fertilizantes y pesticidas, no solo conlleva costos innecesarios, sino también un daño significativo al medio ambiente. Este proyecto se propone abordar este problema al permitir una aplicación precisa de recursos, reduciendo el desperdicio y mejorando la sostenibilidad. La identificación temprana de plagas, enfermedades o deficiencias nutricionales es esencial para evitar pérdidas significativas en la producción agrícola. El uso de un aeromodelo para

monitorear campos agrícolas desde el aire permite detectar problemas en etapas iniciales, facilitando la toma de decisiones y la aplicación de soluciones oportunas. En última instancia, esto mejora la producción agrícola al proporcionar a los agricultores información precisa y oportuna sobre el estado de sus cultivos, contribuyendo a la seguridad alimentaria en un mundo con creciente demanda de alimentos.

Además, este proyecto aborda la preocupación creciente por el impacto ambiental de la agricultura intensiva. La contaminación del suelo y del agua debido al uso excesivo de productos químicos es una realidad preocupante. Sin embargo, al permitir una aplicación más precisa de estos productos, el proyecto puede reducir significativamente el impacto ambiental de la agricultura. Esto se alinea con la promoción de la innovación tecnológica, la investigación y el desarrollo en el campo de la agricultura de precisión y la tecnología aplicada a la agricultura, involucrando a estudiantes y profesionales en la implementación de soluciones tecnológicas avanzadas que son esenciales para la economía.

Más allá de sus beneficios prácticos, este proyecto tiene un componente educativo crucial. Al involucrar a estudiantes en la resolución de problemas del mundo real, no solo fomenta el aprendizaje y la innovación, sino que también contribuye a la conciencia de agricultores y profesionales sobre la importancia de la tecnología en la agricultura moderna.

Planteamiento del problema

La agricultura afronta desafíos críticos relacionados con la optimización de recursos, la detección temprana de problemas en los cultivos, la mejora de la productividad y la reducción del impacto ambiental.

El uso ineficiente de recursos como fertilizantes y pesticidas, así como la falta de métodos eficaces para identificar plagas,

enfermedades y deficiencias nutricionales en los cultivos, plantea obstáculos significativos para la sostenibilidad agrícola y la seguridad alimentaria.

¿Cómo se puede mejorar la gestión agrícola mediante la implementación de un sistema de monitoreo de cultivos basado en un aeromodelo equipado con una cámara ESP32-CAM y el análisis de imágenes utilizando Python y OpenCV, con el objetivo de optimizar el uso de recursos, detectar problemas en los cultivos de manera temprana y reducir el impacto ambiental, contribuyendo así a la sostenibilidad agrícola y al cuidado del medio ambiente?

Objetivos

Objetivo General

Diseñar y construir un aeromodelo equipado con una cámara para la captura de imágenes y un sistema para la medición de la variación del espectro de la luz reflejada en especies vegetales en cultivos agrícolas del departamento de Nariño, con el propósito de proporcionar datos precisos para el monitoreo y la toma de decisiones eficientes en el manejo de plagas, riegos y fertilización.

Objetivos específicos

- Diseñar y ensamblar el aeromodelo con la capacidad de vuelo autónomo y la capacidad de captura de imágenes desde una perspectiva aérea.
- Realizar pruebas y ajustes en el aeromodelo y el sistema de captura de imágenes y espectroscopía para garantizar un funcionamiento óptimo y la precisión de los datos recopilados.
- Planificar y ejecutar vuelos de monitoreo en cultivos agrícolas en el departamento de Nariño, capturando imágenes y datos espectrales relevantes.

- Procesar las imágenes y los datos espectrales utilizando herramientas de procesamiento de imágenes y análisis de datos, como Python y OpenCV, para identificar áreas afectadas por plagas, determinar las necesidades de riego y fertilización, y proporcionar información valiosa para la toma de decisiones.

Marco conceptual

Uno de los aspectos clave del proyecto es el procesamiento de imágenes para la detección de problemas en los cultivos. Para abordar esta área, se puede basar en las teorías y técnicas relacionadas con la visión por computadora y el análisis de imágenes. Un referente importante en este contexto es el libro “Computer Vision: Algorithms and Applications” de Richard Szeliski [2].

La visión por computadora es un campo de estudio interdisciplinario que combina elementos de la informática, las matemáticas y la percepción visual humana. Este campo se centra en el desarrollo de algoritmos y técnicas que permiten a las computadoras interpretar y comprender el contenido visual de las imágenes y los videos. En el proyecto de robótica educativa descrito, la cámara ESP32-CAM captura imágenes de los cultivos, y luego, mediante el uso de Python y OpenCV, se aplican algoritmos de visión por computadora para analizar estas imágenes y determinar las zonas con mayor reflexión de luz, lo que podría indicar la presencia de plagas o enfermedades en los cultivos. Esto proporciona una base sólida para comprender los conceptos y técnicas relacionados con la visión por computadora, que son esenciales para el procesamiento de imágenes del proyecto de robótica educativa.

Metodología

Para poder cumplir con el objetivo general, se inició realizando el curso de programación para niños y niñas en el año 2019. Posteriormente, después del

segundo curso, se dotaron 2 microbit para la institución. Luego, se realizó una articulación con Tecnoacademia para la capacitación de los docentes de las áreas antes mencionadas, estudiantes de grado 10 y 11, y estudiantes de grados de secundaria interesados en aprender electrónica, robótica y programación de forma semanal en contra jornada.

Una vez finalizada la capacitación, se inició con la aplicación de los conocimientos adquiridos en una problemática observada en el contexto: determinar las enfermedades y plagas de los cultivos de la región con la finalidad de disminuir la cantidad de sustancias tóxicas empleadas para el tratamiento de las mismas, las cuales generan contaminación ambiental y desequilibrio en los ecosistemas del Resguardo.

Se construyó un aeromodelo, evidenciando en los estudiantes un mayor interés en aprender durante el desarrollo del prototipo, motivados por la posibilidad de hacer volar un dispositivo creado por ellos mismos, adquiriendo habilidades investigativas y de pensamiento computacional.



Fig 1. Prototipos de aeromodelo para toma de imágenes

Para construir el aeromodelo, los estudiantes se distribuyeron de acuerdo a sus talentos, asumiendo cada uno roles acordes a la metodología Design Thinking en las etapas de empatizar (determinaron el problema de investigación), definir (la estrategia para solucionar el problema),

idear (diseñaron los planos y estructura del aeromodelo, programaron, realizaron la instalación electrónica de los diferentes componentes), prototipar (hicieron el prototipo en icopor para luego pasar a madera de balso, buscando la menor contaminación) y evaluaron el desempeño del prototipo, toma y análisis de datos.

El desarrollo del proyecto se divide en varias etapas. En la Fase I, se selecciona y configura el módulo ESP32-CAM para capturar imágenes de alta resolución desde el aire. En la Fase II, se realiza un proceso de calibración y estabilización de la cámara para obtener imágenes claras y nítidas. En la Fase III, se desarrolla un algoritmo de procesamiento de imágenes en Python, utilizando bibliotecas como OpenCV. En la Fase IV, se analizan las imágenes capturadas y se resaltan las zonas de mayor reflexión de luz.

Estas áreas consideran indicaciones de posibles plagas o enfermedades. Para la medición, se debe tener en cuenta que la vegetación sana refleja poco, lo que se indica con el color azul, mientras que la vegetación enferma refleja más, acercándose al color rojo observado en las imágenes y permitiendo interpretar el estado actual del cultivo.

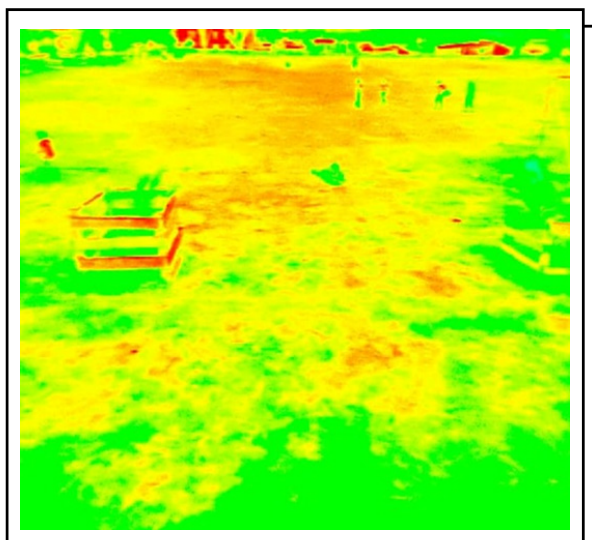


Fig 2. Adecuación de imagen mediante Open Cv

Una vez que se ha completado la etapa de desarrollo, se llevan a cabo pruebas y evaluaciones utilizando muestras de cultivos reales. Se comparan los resultados obtenidos por el aeromodelo con las inspecciones manuales tradicionales para evaluar su precisión y eficiencia. Se recopilan datos y se generan estadísticas para demostrar la efectividad del sistema en la detección temprana de plagas y enfermedades.

Actualmente, la institución cuenta con unos kits de Arduino, con los cuales los padres de familia se han involucrado en jornadas desarrolladas con sus hijos para conocer el funcionamiento de los mismos, lo que ha permitido continuar con el proceso de enseñanza desde el grado 4 de primaria hasta el grado 11, en los cuales los niños juegan y crean soluciones a problemas del contexto, fortaleciendo el pensamiento computacional.

Resultados esperados

Los resultados obtenidos muestran que el aeromodelo es capaz de identificar con precisión las zonas de mayor reflexión de luz en las imágenes de los cultivos. Esto permite una detección temprana de plagas y enfermedades, lo que a su vez permite tomar medidas de control de manera oportuna y reducir el uso indiscriminado de plaguicidas. Además, se observa una disminución en el daño a los cultivos y una mejora en la eficiencia y sostenibilidad de la producción agrícola.

En los aprendizajes, los estudiantes de grado 11 que en el año 2022 presentaron las pruebas de estado Saber 11 observaron que en las áreas de matemáticas y ciencias naturales obtuvieron un mayor puntaje con respecto a los 4 años anteriores. En grado 10, se observa que los estudiantes tienen facilidad para abordar las temáticas relacionadas con el prototipo.

Impactos

Responsabilidad Social:

Mejora en la Seguridad Alimentaria: Al optimizar el manejo de plagas, riegos y fertilización en los cultivos agrícolas de Nariño, el proyecto contribuye a una producción agrícola más eficiente y confiable, lo que a su vez mejora la seguridad alimentaria en la región. Esto beneficia a las comunidades locales al garantizar un suministro más estable de alimentos.

Capacitación y Desarrollo de Habilidades: El proyecto proporciona oportunidades de capacitación y desarrollo de habilidades para agricultores y profesionales agrícolas en el uso de tecnologías avanzadas. Esto puede aumentar la empleabilidad y el conocimiento técnico de las personas en la región.

Fomento de la Innovación Local: Al implementar una solución tecnológica avanzada en la agricultura, el proyecto fomenta la innovación local y la adopción de prácticas agrícolas más modernas y sostenibles en Nariño.

Responsabilidad Económica:

Reducción de Costos: La optimización en el uso de recursos como fertilizantes y pesticidas puede reducir significativamente los costos de producción para los agricultores. Esto mejora la viabilidad económica de la agricultura en la región.

Aumento de la Productividad: Al identificar áreas problemáticas y aplicar intervenciones específicas, el proyecto puede aumentar la productividad de los cultivos, lo que lleva a mayores rendimientos y mayores ingresos para los agricultores.

Generación de Empleo: La implementación y el mantenimiento de tecnologías agrícolas avanzadas pueden generar empleos relacionados con la tecnología y el análisis

de datos en la región.

Responsabilidad Ambiental:

Reducción de Impacto Ambiental: Al permitir una aplicación más precisa de fertilizantes y pesticidas, el proyecto contribuye a la reducción del exceso de productos químicos en el entorno agrícola, lo que a su vez reduce la contaminación del suelo y del agua y minimiza el impacto ambiental negativo.

Conservación de Recursos Naturales: La gestión más eficiente de los recursos hídricos y la reducción del uso innecesario de agua para riego contribuyen a la conservación de este recurso natural vital.

Promoción de Prácticas Sostenibles: El proyecto promueve prácticas agrícolas sostenibles al proporcionar datos basados en evidencia para la toma de decisiones. Esto fomenta una agricultura más respetuosa con el medio ambiente y con un menor impacto en los ecosistemas locales.

Referencias

[1] REYES-PALOMINO, Smith Ervin; CANO CCOA, Dominga Micaela. Efectos de la agricultura intensiva y el cambio climático sobre la biodiversidad. Revista de Investigaciones Altoandinas, 2022, vol. 24, no 1, p. 53-64. Disponible en: <https://scholar.google.es/schhp?hl=es>.

[2] SZELISKI, Richard. Visión por computadora: algoritmos y aplicaciones. Springer Naturaleza, 2022, disponible en: <https://scholar.google.es/schhp?hl=es>.