TÍTULO DEL PROYECTO

Generación de trayectorias óptimas anticolidión para el Robot Agrícola UPAO a partir del procesamiento digital de imágenes de diferentes tierras de cultivo, obtenidas mediante un dron, en la región La Libertad

SIGLAS

TARDIS

TIPO DE PROYECTO

Aplicada

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Robótica y Automatización

DURACIÓN ESTIMADA

Fecha de inicio: 08/07/2019 Fecha de término: 30/06/2020

PARTICIPANTES

- ALVA ALARCON JORGE LUIS (COORDINADOR(INV. PRINCIPAL)) — 000027990

INSTITUCIÓN O LUGAR A EJECUCARSE

- UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO - UPAO (Área de Automatización y Robótica - LABINM)

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cómo generar trayectorias óptimas anticolidión para el Robot Agrícola UPAO a partir del procesamiento digital de imágenes de diferentes de tierras de cultivo, obtenidas mediante un dron, en la región La Libertad?

II. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En (Canada Centre for Remote Sensing, s.f.) se destaca que la agricultura desempeña un papel dominante en las economías de los países desarrollados y no desarrollados, jugando un papel importante en casi todas las naciones. La producción de alimentos es importante para casi todo el mundo y producirlos de una manera efectiva y de bajo coste es el objetivo de pequeños agricultores, cultivos a gran escala o agricultura a nivel regional. Los sistemas agrícolas necesitan estar informados para ser eficientes y poder de establecer una estrategia viable en operaciones agrícolas.

Tradicionalmente, cuando el campo de cultivo es de gran extensión, saber el estado de la tierra de es una tarea lenta y laboriosa, y con el fin de abarcar toda su extensión se realiza un muestreo representativo de dicho territorio. (González, Amarillo, Amarillo, & Sarmiento, 2016) con

el fin de buscar una alternativa a la obtención de datos de una gran extensión de terreno, utilizaron los drones, que provistos de una cámara de alta definición e información geográfica, pudieron recorrer más de mil hectáreas en menos de una hora. Estos drones pudieron tomar fotografías y grabar videos que permitieron detectar anomalías que fueron pasadas por alto durante el recorrido a pie de dichas zonas.

Actualmente, el uso de los drones que se da a la agricultura está en crecimiento, pero ya incluye análisis de suelos y campos, monitorización de cosechas, apoyo a la salud, irrigación, fumigación de cultivos, sembrío aéreo entre otros (European Commission, 2018).

Una vez que se tiene la información sobre el estado de la zona de cultivo, si se detecta una anomalía, es necesario realizar una acción correctiva. Estas tareas son realizadas de diferentes maneras, desde el trabajo realizado por un operario que se desplaza hacia la zona afectada, hasta maquinaria robótica sofisticada encargada de realizar tareas automáticamente. Uno de estos sistemas automáticos es el Robot Agrícola UPAO, que es un robot cartesiano de la marca Farmbot, desarrollado, calibrado y configurado en el Laboratorio de Investigación y Robótica LABINM. Este sistema utiliza tecnología open source, tanto hardware como software, y cuyas modificaciones y mejoras se enfocan en mejorar las tareas relacionadas con huertos, viveros y aplicaciones agrícolas, especialmente las concernientes a la región de La Libertad - Perú (Choque Moscoso, Fiestas Sorogastúa, & Prado Gardini, 2018).

Se evidencia que la visión artificial cumple un papel fundamental en el desarrollo de nuevas técnicas aplicadas a la agroindustria, como por ejemplo, la evaluación de la calidad y la selección de los productos bajo los criterios del consumidor. Estas técnicas de procesamiento de imágenes han permitido que la inspección de los productos sea higiénica, automatizada, objetiva y rápida (Viera-Maza, 2017). Esta tecnología de procesamiento de imágenes también está incorporada en el Robot Agrícola UPAO, ya que cuenta con una cámara de imágenes, montada en el brazo manipulador, con capacidad de identificar la distancia entre objetos y su color, y se utiliza con el fin de identificar una relación tiempo-desarrollo de los tallos y hojas-color de las plantas (Fiestas Sorogastúa & Prado Gardini, 2018). Aunque esta cámara permite tomar mediciones sobre los plantines y tierras de cultivo, en este proyecto de investigación se plantea el uso de una cámara sobre un dron a fin de obtener imágenes de una manera más rápida de toda la zona de cultivo.

III. FUNDAMENTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES NO LECTIVAS

Soy docente de Ingeniería Electrónica de esta universidad, y mi rol será coordinar, realizar un seguimiento de las actividades y participar activamente en la investigación y desarrollo de los módulos necesarios para este proyecto.

III. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO (IMPORTANCIA, BENEFICIARIOS, RESULTADOS

ESPERADOS)

Importancia

Como mejora en el proceso de cultivo, dentro de la zona de movimiento del Robot Agrícola UPAO, tener un sistema de adquisición de imágenes que permita determinar zona de interés ayudará a calcular trayectorias óptimas y sin colisión para el movimiento del brazo manipulador del robot.

Como complemento en la detección de fallas, un sistema aéreo poseerá la capacidad de desplazarse a zonas donde el robot manipulador no llegue y así se tener un sistema adicional que permitirá detectar anomalías, y, al ser un canal paralelo de adquisición de datos para la toma de decisiones aumente la robustez general del sistema.

Impacto académico e industrial

Como plataforma de desarrollo, este trabajo permitirá establecer un punto de partida a proyectos relacionados con el control de vehículos aéreos y que involucren analizar imágenes a mayor escala (utilizando un vehículo aéreo autónomo más potente), y así, mejorar el impacto en el sector agroindustrial.

Impacto económico

Este proyecto está enfocado en mejorar la agroindustria, ya que busca nuevas técnicas para apoyar y complementar al Robot Agrícola UPAO, que fue desarrollado con el fin de mejorar y optimizar la calidad en plantines dentro de viveros industriales en la región de La Libertad - Perú.

Resultados esperados

Se espera tener un sistema que sea capaz de calcular la trayectoria óptima desde donde se encuentra el brazo manipulador del Robot Agrícola UPAO hasta un punto dentro de una zona de interés en base a imágenes aéreas tomadas por un dron de una zona de cultivo previamente delimitada.

Viabilidad

El presente trabajo se desarrolla utilizando como base al proyecto de Investigación previamente desarrollado con Resolución Rectoral N° 4231-2017-R-UPAO y titulado: "Desarrollo y construcción de un sistema robotizado para optimizar el repique de plantines en viveros

industriales de la región La Libertad-Perú”, dicho proyecto se encuentra en el Laboratorio de Investigación y Robótica LABINM.

IV. OBJETIVOS

Objetivos específicos

Objetivos Específicos (Componentes)		Resultados Intermedios	Medios de Verificación
1	Tomar imágenes áreas mediante un dron de una zona de cultivo previamente identificada.	P1 Imágenes áreas tomadas mediante un dron de una zona de cultivo previamente identificada.	MV1 Informe con las imágenes tomadas y un video del proceso realizado.
2	Desarrollar un algoritmo de procesamiento de imágenes para la reconstrucción de una zona de cultivo en base a las imágenes aéreas tomadas.	P2 Selección de un algoritmo computacional para reconstrucción de imágenes.	MV2 Algoritmo computacional para la reconstrucción de imágenes.
		P3 Implementación de un algoritmo computacional para reconstrucción de imágenes.	MV3 Algoritmo computacional para la reconstrucción de imágenes implementado.
		P4 Imagen aérea completa de la zona de cultivo a analizar.	MV4 Informe con la imagen aérea final de la zona de cultivo.
3	Determinar la función objetivo para establecer el punto x,y final de la trayectoria del brazo del	P5 Determinación de la fórmula matemática para establecer la coordenada x,y dentro	MV5 Fórmula matemática que determine la coordenada x,y como

	robot dentro de un área determinada.	de un área que será el punto final de la trayectoria del robot.	punto objetivo.
		P6 Implementación de un algoritmo que calcule la coordenada x,y.	MV6 Implementación del algoritmo computacional que determine la coordenada x,y como punto objetivo.
4	Identificar áreas de interés en base a imágenes aéreas de zonas de cultivo.	P7 Determinación de la correspondencia de colores con las zonas de interés en de una imagen aérea dentro de un entorno controlado.	MV7 Matriz de correspondencias de colores con elementos reales en de una imagen aérea de una zona de cultivo.
		P8 Determinación del tipo de algoritmo a utilizar para reconocer áreas de interés dentro de una imagen de una zona de cultivo.	MV8 Algoritmo a utilizar para reconocer áreas de interés.
		P9 Implementación de un algoritmo para reconocer áreas de interés dentro de una imagen de una zona de cultivo.	MV9 Algoritmo a utilizar para reconocer áreas de interés implementado.
5	Determinar la ruta óptima anticolidión entre dos puntos dentro de un área identificada.	P10 Establecer una medida para el área de seguridad alrededor del brazo del robot	MV10 Informe sobre la medida del área de seguridad alrededor del brazo del robot

		manipulador	manipulador.
		P11 Determinación del tipo de algoritmo que permita calcular una ruta óptima anticolidión entre dos puntos dentro de un área identificada.	MV11 Algoritmo computacional para calcular la ruta óptima anticolidión entre dos puntos dentro de un área identificada.
		P12 Implementación de un algoritmo computacional para calcular la ruta óptima anticolidión entre dos puntos.	MV12 Algoritmo computacional implementado para calcular la ruta óptima anticolidión entre dos puntos dentro de un área identificada.
6	Enviar una trayectoria al Robot Agrícola UPAO	P13 Identificación de las interfaces de comunicación de robot.	MV13 Informe con las interfaces de comunicación.
		P14 Implementación de un Middleware para comunicar el servidor de procesos con el Robot Agrícola UPAO.	MV14 Middleware de comunicación entre el Servidor de Procesos y el Robot Agrícola UPAO.
		P15 Obtención de la coordenada x,y del punto actual del brazo manipulador del robot.	MV14 Coordenada x,y del punto actual del brazo manipulador del robot.
		P16 Envío de una trayectoria al Robot	MV16 Informe con la trayectoria enviada al

		Agrícola UPAO	robot y video del seguimiento de dicha trayectoria por parte del robot.
--	--	---------------	---

IV. OBJETIVOS

Objetivo General

Objetivo General (Propósito del proyecto)	Resultados Finales	Medios de Verificación
Generar trayectorias óptimas anticolidión para el Robot Agrícola UPAO a partir del procesamiento de imágenes obtenidas mediante un dron.	R1 Obtener imágenes de un dron y procesarlas.	MVG1 Informe con las imágenes tomadas por el dron, video con el recorrido del dron, e informe con la imagen procesada resultante.
	R2 Trayectoria anticolidión para el Robot Agrícola UPAO.	MVG2 Informe con la trayectoria final obtenida con un obstáculo de por medio y video con el movimiento del robot utilizando dicha trayectoria.

V. MARCO TEÓRICO

El marco teórico se detalla en el archivo adjunto

VI. HIPÓTESIS

Un sistema compuesto por un vehículo aéreo no tripulado (dron), un estación base, el desarrollo

de un software de procesamiento de imágenes y un middleware permitirá generar y enviar trayectorias óptimas anticollisión hacia el Robot Agrícola UPAO en base a imágenes aéreas tomadas por el dron, de tierras de cultivo de la región La Libertad.

VII. METODOLOGÍA

La metodología se observa en el fichero adjunto.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Bradski, G., & Kaehler, A. (2008). *Learning OpenCV*. United States of America: O'Reilly Media, Inc.

Cáceres Flórez, C., Amaya Hurtado, D., & Ramos Sandoval, O. L. (2015). Procesamiento de imágenes para reconocimiento de daños causados por plagas en el cultivo de *Begonia semperflorans* (flor de azúcar). *Acta Agronómica*, 3(64), 273-279.

Campo Arcos, L., Corrales Muñoz, J., & Ledezma Espino, A. (2015). Remote Sensing for Agricultural Crops Based on a Low Cost Quadcopter. *Sistemas & Telemática*, 13(34), 49-63.

Canada Centre for Remote Sensing. (s.f.). *Fundamentals of Remote Sensing*. Recuperado el 20 de Marzo de 2019, de https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/resource/tutor/fundam/pdf/fundamentals_e.pdf

Choque Moscoso, C. J. (2018). Desarrollo de un robot cnc tipo cartesiano de la marca farmbot como soporte tecnológico para el proceso de control de calidad de plantines (Tesis de pregrado). Universidad Particular Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Choque Moscoso, C. J., Fiestas Sorogastúa, E. M., & Prado Gardini, R. S. (2018). Efficient implementation of a Cartesian Farmbot robot for agricultural applications in the region La Libertad-Peru. *Memorias del Congreso Internacional IEEE Colombia ANDESCON*.

European Commission. (2018). *Drones in agriculture*. Recuperado el 2019, de https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/Drones_vf.pdf

Fiestas Sorogastua, E., & Prado Gardini, S. (2018). Modeling and Simulation of Kinematics and Trajectory Planning of a Farmbot Cartesian Robot. *25th IEEE International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing, INTERCON 2018*. Lima, Perú.

González, A., Amarillo, G., Amarillo, M., & Sarmiento, F. (2016). Drones Aplicados a la Agricultura de Precisión. *Publicaciones e Investigación UNAD*, 10, 23-37.

Husin, Z. B., Shakaff, A., Aziz, A., & Farook, R. (2012). Feasibility study on plant chili disease detection using image processing techniques. *Third Int. Conf. Intelligent Syst.. Modelling and Simulation (ISMS)*, 291-296.

Microsoft. (2019). *Microsoft Azure*. Recuperado el 20 de marzo de 2019, de <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-middleware/>

Noda, K., Ezaki, N., Takizawa, H., Mizuno, S., & Yamamoto, S. (2006). Detection of plant saplessness with image processing. *International Joint Conference SICE-ICASE*, 291-296.

Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española (23.a ed.)*. Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=ED2QqnQ>

Red Hat, Inc. (2019). *¿Qué es middleware?* Recuperado el 20 de marzo de 2019, de <https://www.redhat.com/es/topics/middleware/what-is-middleware>

Rojas Hernández, R., Silva Ortigoza, R., & Molina Vilchis, M. (2007). La Visión Artificial en la Robótica. *Polibits*(35), 22-28.

Viera-Maza, G. (2017). *Procesamiento de Imágenes Usando OpenCV Aplicado en Raspberry PI para la Clasificación del Cacao (Tesis de licenciatura en Ingeniería Mecánico-Eléctrica)*. Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Piura.

Yan, L., Chunlei, X., & JangMyung, L. (2009). Vision-based pest detection and automatic spray of greenhouse plant. *IEEE International Symposium on Industrial Electronics*, 920-925.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	INICIO	FIN
Adquisición de equipos (Dron + Servidor)	08/07/2019	07/08/2019
Revisión y pruebas con librerías de procesamiento de imágenes (OpenCV)	08/07/2019	30/09/2019
Ajustes y configuración del Dron	01/08/2019	05/08/2019
Pruebas de vuelo del dron	01/08/2019	30/09/2019
Adquisición de imágenes en el servidor enviadas por el dron	01/08/2019	30/09/2019
Instalación de software necesario en Servidor (Estación Base)	01/08/2019	31/10/2019
Desarrollo del algoritmo de procesamiento de imágenes	02/09/2019	31/12/2019
Desarrollo del middleware de interconexión entre el servidor y el Robot Agrícola UPAO	01/10/2019	28/02/2020
Informe Parcial del Proyecto	05/11/2019	05/12/2019
INFORME PARCIAL DEL PROYECTO	05/11/2019	05/12/2019
Integración de los módulos desarrollados	02/12/2019	30/04/2020
Desarrollo de artículo científico	01/01/2020	31/03/2020
Informe Final del Proyecto	26/04/2020	26/06/2020
INFORME FINAL DEL PROYECTO	26/04/2020	26/06/2020

PRESUPUESTO

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO_UNITARIO	PRECIO_PARCIAL
ALIMENTACION	1 UNI	200	200
TESISTA	1 UNI	3500	3500
TESISTA	1 UNI	3500	3500
OTROS	1 UNI	293	293
Cursos de Capacitación	1 UNI	1000	1000
Dispositivos	1 UNI	4507.60	4507.60
OTROS	1 UNI	1000	1000
PASAJES	12 UNI	60	720
OTROS	4 UNI	19.90	79.60
Computadora, Laptops, Tablet	1 UNI	2699.90	2699.90
OTROS	10 UNI	6.90	69
OTROS	1 UNI	201	201
OTROS	1 UNI	1000	1000
PASAJES	4 UNI	20	80
Cursos de Capacitación	1 UNI	1000	1000
			Total 19850.10