
Automatización de planes de riego en invernaderos mediante drones y estructuras de datos en Python

202203676 – Roberto Alexander Dávila López

Resumen

El presente ensayo aborda el desarrollo de un sistema de software diseñado para gestionar planes de riego en invernaderos utilizando drones, con el propósito de optimizar el uso de recursos como agua y fertilizante. La propuesta integra conceptos de estructuras de datos, como colas y listas enlazadas, para modelar el recorrido de los drones en hileras de cultivo, facilitando la programación de secuencias de riego precisas. La relevancia de este proyecto se enmarca en la necesidad creciente de soluciones tecnológicas que promuevan la eficiencia agrícola en contextos nacionales e internacionales, especialmente en escenarios de limitación de recursos hídricos. A nivel técnico, el sistema permite simular movimientos de drones, generar reportes automáticos en XML y HTML, y calcular indicadores de eficiencia. Desde una perspectiva social y ambiental, contribuye al desarrollo sostenible al

reducir desperdicios y optimizar procesos de cultivo. Se concluye que la integración de programación orientada a objetos con aplicaciones prácticas en agricultura abre un camino hacia la modernización del sector productivo.

Palabras clave: *drones, agricultura, riego automatizado, estructuras de datos, sostenibilidad*

Abstract

Este ensayo presenta el desarrollo de un sistema de software diseñado para gestionar planes de riego en invernaderos mediante drones, con el objetivo de optimizar el uso de recursos como agua y fertilizantes. La propuesta integra conceptos de estructuras de datos, como colas y listas enlazadas, para modelar la trayectoria del dron a través de las hileras de cultivo, lo que permite programar secuencias de riego precisas. La relevancia de este proyecto radica en la creciente necesidad de soluciones tecnológicas que promuevan la eficiencia agrícola en contextos nacionales e internacionales, especialmente en escenarios de recursos hídricos limitados. Técnicamente, el sistema permite la simulación del movimiento del dron, la generación automática de informes XML y HTML, y el cálculo de indicadores de eficiencia. Desde una perspectiva social y ambiental, contribuye al desarrollo sostenible al reducir los residuos y optimizar los procesos de cultivo. Se concluye que la integración de la programación orientada a objetos con aplicaciones agrícolas prácticas abre un camino hacia la modernización del sector productivo.

Palabras clave: drones, agricultura, riego automatizado, estructuras de datos, sostenibilidad

Palabras clave: drones, agricultura, riego automatizado, estructuras de datos, sostenibilidad.

Introducción

La automatización de procesos agrícolas constituye una de las tendencias más importantes en el ámbito tecnológico contemporáneo. En particular, el uso de drones para el riego en invernaderos representa una alternativa innovadora frente a métodos tradicionales, ya que permite optimizar recursos limitados como agua y fertilizante. Este ensayo expone el diseño y construcción de un software en Python que gestiona el recorrido de drones en hileras de cultivo, aplicando estructuras de datos como colas y listas enlazadas. Asimismo, se plantea cómo la implementación de algoritmos de simulación permite calcular tiempos, consumos y eficiencias, generando reportes automatizados. El propósito es evidenciar cómo una solución informática puede impactar positivamente en aspectos técnicos, sociales y ambientales.

Desarrollo del tema

Subtema 1. Contexto y relevancia del uso de drones en agricultura

La agricultura de precisión se ha consolidado como una respuesta a los retos que enfrentan los productores en cuanto al uso eficiente de recursos. Los drones permiten realizar tareas de fumigación, riego y monitoreo con mayor rapidez y precisión que los métodos manuales. En países con economías agrícolas, la implementación de esta tecnología contribuye a mejorar la productividad y reducir pérdidas. En este contexto, el software desarrollado busca dar un soporte digital que facilite la automatización del riego en invernaderos, ajustando los planes de acuerdo con las necesidades específicas de cada hilera y planta.

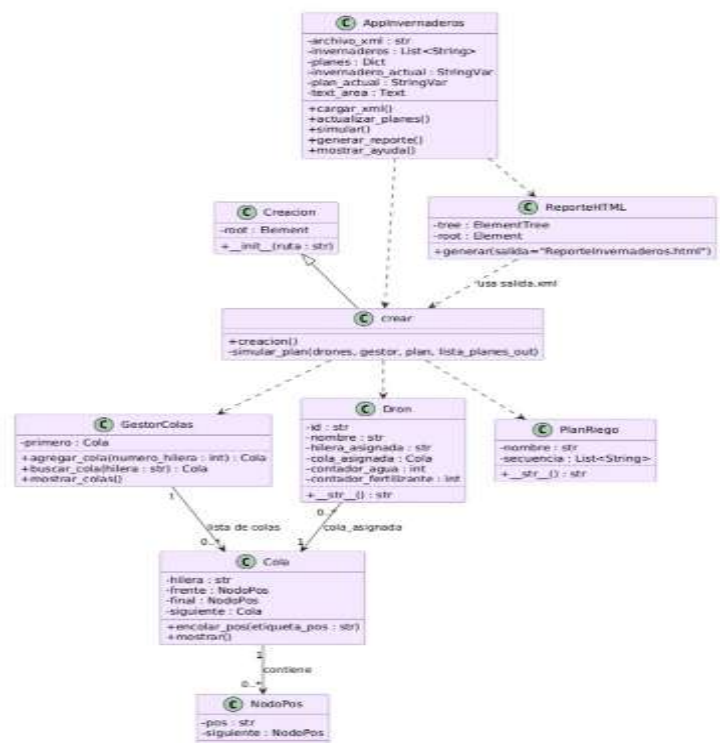
Subtema 2. Modelado de la solución en software

La base del proyecto radica en la utilización de estructuras de datos para modelar el comportamiento de las hileras y los drones. Se implementa la clase **Cola**, que almacena posiciones de plantas dentro de una hilera, y la clase **GestorColas**, que administra múltiples colas en el invernadero. Los drones se representan mediante objetos que poseen atributos como identificación, nombre, hilera asignada y

contadores de agua y fertilizante. Los planes de riego se describen como secuencias de instrucciones que indican a cada dron la hilera y la posición a atender.

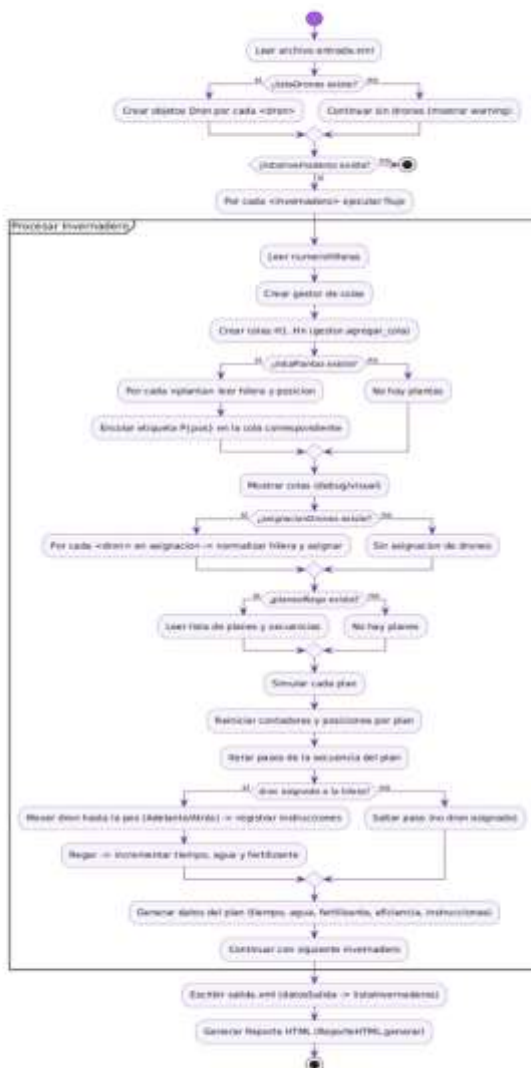
Subtema 3. Algoritmos principales de simulación

El algoritmo de simulación se encarga de recorrer las instrucciones del plan de riego, moviendo a los drones hacia posiciones específicas dentro de cada hilera. El sistema calcula el tiempo empleado, la cantidad de agua y fertilizante aplicada, y genera instrucciones paso a paso, tanto en consola como en un archivo XML. A partir de este XML, se produce automáticamente un reporte en formato HTML, lo cual facilita la visualización de resultados.



Subtema 4. Impactos técnicos, sociales y ambientales

Desde la perspectiva técnica, el sistema demuestra la aplicabilidad de la programación orientada a objetos y el manejo de estructuras de datos en la solución de problemas reales. Socialmente, impulsa la adopción de tecnologías que pueden facilitar la labor de agricultores, disminuyendo la carga de trabajo manual. Ambientalmente, promueve un uso racional del agua y fertilizantes, contribuyendo a la sostenibilidad de los cultivos. A nivel académico, el proyecto refuerza la importancia de conectar la teoría de estructuras de datos con aplicaciones prácticas de alto impacto.



Conclusiones

El proyecto desarrollado evidencia cómo la integración de conceptos de programación y estructuras de datos puede trascender hacia aplicaciones prácticas en el ámbito agrícola. El uso de drones, coordinados a través de algoritmos y simulaciones, demuestra la capacidad de la informática para optimizar procesos tradicionales. Se concluye que la implementación de un sistema de riego automatizado en invernaderos no solo representa un avance tecnológico, sino también una contribución a la sostenibilidad ambiental y a la modernización de la agricultura. Entre las posibles líneas futuras de trabajo se encuentra la inclusión de inteligencia artificial para optimizar aún más las rutas de los drones y el análisis predictivo de las necesidades de cada planta. Asimismo, se plantea la posibilidad de integrar sensores en tiempo real que permitan a los drones ajustar sus acciones de acuerdo con condiciones ambientales inmediatas, tales como humedad del suelo o temperatura ambiente. Este tipo de integración no solo ampliaría la eficiencia del sistema, sino que consolidaría una visión más holística de la agricultura inteligente. Por otra parte, es importante resaltar que este tipo de proyectos también aporta beneficios académicos, pues conecta de manera directa los aprendizajes teóricos de estructuras de datos, programación orientada a objetos y algoritmos, con problemas concretos de la vida real. De esta manera, el desarrollo del sistema trasciende el plano educativo y

se convierte en un modelo de innovación aplicable a diversos contextos productivos. En síntesis, el trabajo realizado no solo representa una solución técnica funcional, sino un punto de partida para proyectos más ambiciosos en el futuro, que contribuyan al avance de la agricultura de precisión en el ámbito local e internacional.

Referencias bibliográficas

- C. J. Date (1991). *An introduction to Database Systems*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- IEEE (2021). *Applications of Drones in Smart Agriculture*. IEEE Xplore Digital Library.
- FAO (2022). *Agua y agricultura sostenible*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. (1994). *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison-Wesley.
- Python Software Foundation (2023). *Python Documentation*. <https://docs.python.org/>