

SISTEMA INTEGRAL DE RED DE SENSORES AMBIENTALES INTELIGENTES DE BAJO COSTO PARA TOMA DE DECISIONES SOBRE CULTIVOS

PROBLEMA

En Ecuador, un estudio realizado en 208 fincas en el cantón Milagro en el año 2020, indica que cerca del 97.6 % de los pequeños y medianos agricultores no utilizan algún sistema de apoyo tecnológico en su actividad agrícola. El 15.9 % no los contratan por su alto costo, el 20.7 % desconoce de su presencia en el mercado, y el 63.4 % restante expresan que son complejos de usar o no satisfacen sus necesidades. El costo y la complejidad de los sistemas tecnológicos existentes en el mercado causan una desmotivación en los agricultores que desean contar con uno de esos productos. En consecuencia, muchos agricultores toman decisiones basados solamente en base a su intuición o experiencia (datos empíricos), los cuales pueden ser mejorados con apoyo tecnológico.

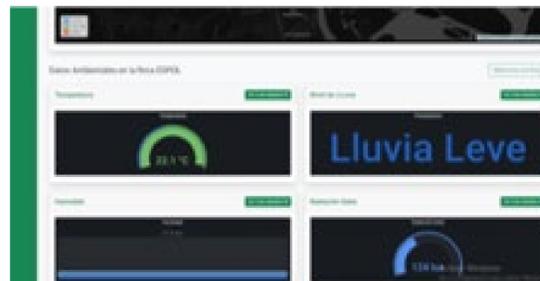
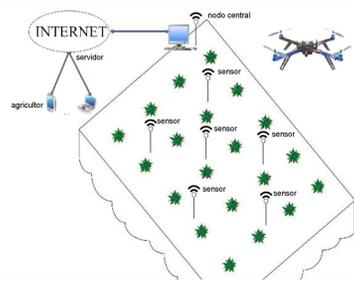
OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de fácil uso que permita monitorear factores meteorológicos que afectan al cultivo (temperatura, humedad, radiación solar y precipitación), mediante el uso de red de sensores de bajo costo ubicados dentro de las plantaciones, e integrar dichos valores con mapas de índices de vegetación para proporcionar información relacionada a evapotranspiración, vigorosidad de plantas y predicción de producción que facilite la toma de decisiones.

PROPUESTA

Se diseñó e implementó una red de sensores inalámbricos utilizando comunicación de radiofrecuencia y una estructura de árbol implementados en Arduino Nano. La red consta de nodos sensores que miden datos de temperatura, humedad, radiación solar y precipitación, y 1 nodo Gateway que recepta los datos de la red y los envía a una Raspberry que se encarga de subir los datos al servidor. El servidor almacena los datos en una base InfluxDB y permite su visualización y organización por medio de un sistema de visualización implementado con Grafana y Django. El sistema incluye un módulo de predicción de temperatura basado en datos históricos, para lo cual se entrenó a modelos LSTM, Arima y Transformer.

Adicionalmente, se implementó una interfaz para crear y visualizar índices de vegetación de los cultivos a partir de imágenes adquiridas por drones.



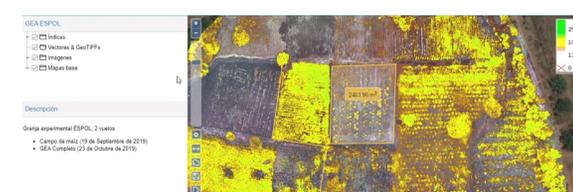
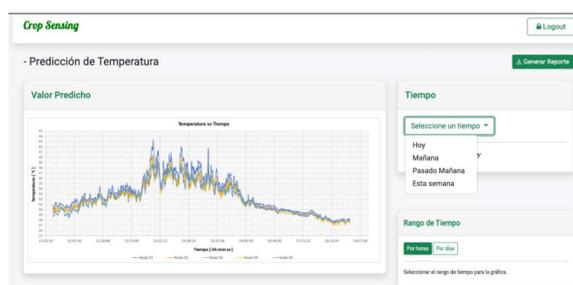
RESULTADOS

Se pudo comprobar que los datos enviados por la red de sensores son consistentes con las condiciones ambientales del entorno de la oficina de CIDIS, y que el sistema de visualización se adapta a la cantidad de nodos en la red.

En relación al sistema de predicción de temperatura, se obtuvo el mejor resultado con el modelo LSTM alcanzando un error cuadrático medio (RMSE) de 0.001596 grados para un lapso aproximado de 8 días.

La plataforma de visualización de mapas permite crear índices NDVI de una manera intuitiva y fácil de usar, según el análisis de experiencia de usuarios.

Se han desarrollado modelos preliminares de predicción de vigorosidad de cultivos de maíz obteniendo un error máximo de 15.5% y un promedio de error de 4.67%.



Prediction module test.

NDVI	SPAD	y
0.6682494	38.1	38.44229234
0.5511283	38.1	37.69348461
0.82342315	42.6	40.89074824
0.864155	47.9	41.14669231
0.6238252	35.7	41.24439288
0.5811929	35	35.64828601
0.5918739	35.4	35.20947708
0.61275303	35.2	36.07730117
0.6876595	35.7	35.95191117
0.9160053	45.1	42.59750256

CONCLUSIONES

- Se proporciona una base para el desarrollo de nuevos sistemas de control de cultivos para buscar integrar al Ecuador en la E-agricultura.
- Actualmente, la visualización de datos meteorológicos provenientes de la red de sensores y la visualización de mapas se encuentran implementadas en 2 plataformas separadas, pero pueden integrarse por medio de las referencias GPS de ambas fuentes.
- En pruebas preliminares se ha observado que el uso de datos meteorológicos puede ayudar a mejorar los modelos de predicción de vigorosidad y de producción, por lo que actualmente se está desarrollando un modelo multimodal que fusione los valores de la red de sensores y de los mapas multiespectrales.