

Monitoreo y control de variables ambientales mediante una red inalámbrica para agricultura de precisión en invernaderos

¿Qué hizo? una plataforma de monitoreo remoto y control de variables ambientales para agricultura de precisión, flexible y de bajo costo.

¿Cómo lo hace? Se emplearon tecnologías con redes inalámbricas de sensores, basadas en protocolo de comunicación Zigbee, utilizando sistema embebido Arduino, mediante software y hardware libre. La red está compuesta por un nodo central (coordinador) y dos nodos donde se encuentran conectados los sensores para las lecturas de las variables medioambientales y estas se exhiben en un entorno gráfico. Finalmente, los datos son subidos a la nube para que el usuario pueda acceder a la información en tiempo real desde cualquier lugar.

Tipos de dispositivos:

Se definen tres tipos distintos de dispositivo ZigBee según su papel en la red:

- Coordinador ZigBee. Debe existir al menos uno por red. Sus funciones son las de encargarse de controlar la red y los caminos que deben seguir los dispositivos para conectarse entre ellos.
- Router ZigBee. Interconecta dispositivos separados en la topología de la red.
- Dispositivo final. Posee la funcionalidad necesaria para comunicarse con su nodo padre (el coordinador o un router), pero no puede transmitir información destinada a otros dispositivos.

Topologías de red:

ZigBee permite cuatro topologías de red:

- Topología par: la red más simple.
- Topología en estrella: el coordinador se sitúa en el centro.
- Topología en árbol: el coordinador será la raíz del árbol.
- Topología de malla: al menos uno de los nodos tendrá más de dos conexiones

Topologías de red:

ZigBee permite cuatro topologías de red:

- Topología par: la red más simple.
- Topología en estrella: el coordinador se sitúa en el centro.
- Topología en árbol: el coordinador será la raíz del árbol.
- Topología de malla: al menos uno de los nodos tendrá más de dos conexiones.

Resultados:

El diseño de la plataforma de monitoreo remoto de variables ambientales en tiempo real para agricultura de precisión con WSN utilizando tecnología Zigbee y sistema embebido Arduino, por su bajo costo es rentable para los usuarios y puede llegar a ser implementada fácilmente, ya que cuenta con hardware y software libre que no requiere el pago de licencias.

Con la implementación del sistema de riego y ventilación controlado automáticamente, se aumenta el ahorro de agua y energía para minimizar el daño ambiental, de esta manera se previene el deterioro de los cultivos, se tiene un mejor control del agua buscando incentivar el uso eficiente y ahorro de los mismos.

De acuerdo con la vigilancia tecnológica realizada sobre las plataformas existentes para el monitoreo remoto de variables ambientales aplicadas a cultivos, se determina que hay pocos dispositivos comercializados en la actualidad. La tecnología Libelium es una de las herramientas utilizadas en el mundo, así mismo, es una de las más completas en el mercado, pero es de un costo muy elevado, la cual no llegaría a ser fácilmente implementada en los cultivos de la región.

En su programación de la interfaz del usuario falta implementar las señales de alerta, ya que los rangos de medida de las variables ambientales son determinados por el grupo de investigación. Así mismo, faltan las pruebas e implementación del sistema de riego y ventilación automático.

Mejoras:

Se requiere mejorar el diseño de la plataforma de monitoreo remoto de variables ambientales en tiempo real para agricultura de precisión con Wireless Sensor Networks (WSN), utilizando tecnología Zigbee y un sistema embebido basado en Arduino. Esta plataforma, debido a su bajo costo, se vuelve una opción rentable para los usuarios y su implementación resulta sencilla gracias al uso de hardware y software de código abierto que no implica costos de licencias.

La incorporación de un sistema automatizado de riego y ventilación con control inteligente ofrece un incremento significativo en el ahorro de agua y energía, contribuyendo así a la reducción del impacto ambiental. Este enfoque también previene el deterioro de los cultivos y brinda un control más preciso sobre el uso eficiente de los recursos hídricos, promoviendo el ahorro en el proceso de cultivo.

Al realizar una vigilancia tecnológica en el ámbito de las plataformas de monitoreo remoto de variables ambientales aplicadas a la agricultura, se identifica que actualmente hay escasa disponibilidad de dispositivos comerciales en el mercado. Aunque la tecnología Libelium es una de las herramientas más completas y utilizadas a nivel global, su elevado costo la hace inaccesible para la mayoría de los agricultores de la región.

Es necesario destacar que en la actual programación de la interfaz de usuario existen algunas deficiencias, como la falta de implementación de señales de alerta. Además, los rangos de medición de las variables ambientales son definidos por el grupo de investigación, lo que limita su versatilidad. Adicionalmente, aún no se han realizado pruebas ni implementado el sistema de riego y ventilación automático, aspecto crucial para la funcionalidad y utilidad completa de la plataforma.

SENSOR DE HUMEDAD DEL SUELO TIPO SONDA CON SISTEMA DE MONITOREO PARA APLICACIONES EN AGRICULTURA DE PRECISIÓN

¿Qué hizo? Diseñar, implementar un sensor tipo sonda para la medición de humedad del suelo con sistema de monitoreo.

¿Cómo lo hizo? está compuesto por tres etapas principales: el sensor de humedad tipo sonda, la interfaz de usuario, la comunicación para el monitoreo de variables, además de un sistema de energía autónomo. El sensor de humedad tipo sonda diseñado, está basado en un estudio hecho acerca de modelos existentes y técnicas para la medida de humedad de suelos. La interfaz de usuario está creada en el software Processing, cuyo entorno de desarrollo permite la producción de proyectos multimedia. La comunicación Bluetooth, para la transmisión de información del sensor a un dispositivo móvil y por último, el sistema de energía autónomo que permite tener una fuente de alimentación para la carga de baterías LiPo por medio de un panel solar.

Resultados:

se logró un sistema que permite:

- Determinar el porcentaje de humedad volumétrica en el suelo.
- Transmitir información vía Bluetooth.
- Visualizar los datos obtenidos en una aplicación para dispositivos móviles.
- El mantenimiento autónomo de la alimentación del sistema.

Para realizar el proceso de caracterización en la medida de humedad se hacen mediciones con el sistema implementado a diferentes porcentajes de humedad y se siguen los pasos descritos en el capítulo 5.

Mejoras:

El proyecto descrito es interesante y aborda la medición de humedad del suelo de manera innovadora. Sin embargo, hay algunas áreas que podrían mejorarse o considerarse para futuras iteraciones del sistema:

Calibración y precisión: Asegurarse de que el sistema tenga una calibración precisa y confiable es fundamental para la medición de la humedad del suelo. Puede ser útil incluir información sobre cómo se calibró el sistema y cómo se manejan las posibles desviaciones en la medición.

Resistencia a interferencias: Dado que mencionas que el sensor es sensible a campos electromagnéticos y contacto físico, se podría mejorar la robustez del sensor para reducir estas interferencias. Esto podría implicar la adición de blindaje electromagnético o materiales aislantes.

Documentación y facilidad de uso: Asegurarse de que el sistema sea fácil de usar y que haya una documentación clara para los usuarios finales. Esto incluye instrucciones sobre la configuración inicial, calibración y solución de problemas.

Consumo de energía: Si bien mencionas que el sistema es alimentado por celdas solares, es importante tener en cuenta el consumo de energía y cómo se gestionará en situaciones de baja luz solar. Una gestión de energía más eficiente podría ser beneficiosa.

Integración de datos: Asegurarse de que la transmisión y recepción de datos inalámbricos a través de Bluetooth funcione de manera confiable y pueda manejar grandes volúmenes de datos, si es necesario. También, considerar opciones para el almacenamiento de datos local en caso de interrupciones en la conexión.

Seguridad de datos: Si los datos de humedad del suelo son importantes, considerar la seguridad de los datos transmitidos. Esto puede incluir encriptación de datos y autenticación.

Robustez en condiciones ambientales: Asegurarse de que el sistema pueda funcionar correctamente en diferentes condiciones climáticas y ambientales, incluyendo temperaturas extremas, lluvia, etc.

Evaluación a largo plazo: Realizar pruebas a largo plazo para evaluar la durabilidad y confiabilidad del sistema en el campo. Esto ayudaría a identificar problemas potenciales a lo largo del tiempo.

Reducción de costos: Si es posible, buscar maneras de reducir aún más los costos del sistema, ya que esto podría hacer que la tecnología sea más accesible y atractiva para un público más amplio.

Exploración de opciones de comunicación alternativas: Considerar la posibilidad de utilizar otras tecnologías de comunicación además de Bluetooth, dependiendo de las necesidades del usuario y las condiciones de uso, como LoRa, Sigfox o NB-IoT.

En resumen, el proyecto es un buen punto de partida, pero hay varios aspectos que podrían mejorarse para hacer que el sistema sea más preciso, confiable y fácil de usar en condiciones del mundo real.

Una red de sensores inalámbricos para la automatización y control del riego localizado

¿Qué hizo? implementación de una red de sensores inalámbricos que es capaz de obtener mediciones de humedad del suelo de diferentes zonas de un cultivo de fresas y, según los datos recogidos, determina el tiempo de riego y la zona particular que se debe regar utilizando el método de goteo.

¿Cómo lo hizo? Los requerimientos de agua para los cultivos se estimaron teniendo en cuenta la capacidad de campo y el umbral de riego; ambas fueron encontradas para cada zona del cultivo en periodo de producción. La comunicación entre los nodos de la red se basa en la pila de protocolos ZigBee, y el prototipo final es un sistema de control de riego de encendido/apagado en lazo cerrado, que incluye una banda de histéresis. Los resultados de la implementación de la red y el sistema de control muestran un incremento en la eficiencia del uso de agua, además de una mejora en la calidad de los frutos con respecto al método de riego tradicional.

Resultados:

Sistema prototipo. El prototipo diseñado, es un sistema de control de lazo cerrado en el que la variable de salida del proceso (la humedad volumétrica del suelo) se mide y se retroalimenta al controlador, que determina el error de la medida con su valor de referencia y genera una acción que ejecutan los actuadores. El elemento esencial del sistema de control, resulta ser el controlador, pues está encargado de detectar los desvíos del valor medido por los sensores fuera del rango de humedad permisible y emitir una señal de corrección hacia los actuadores, para que se produzca la acción de control establecida que, para éste caso, es la acción de control ON - OFF con banda de histéresis.

Mejoras: