







Prototipo IOT para el sector agrícola

IOT prototype for the agricultural sector

Jaime Malqui Cabrera-Medina¹, Irlesa Indira Sánchez-Medina²,
José David García-Cerón³, Daniel Enrique Restrepo-Reyes⁴

Cabrera-Medina, J.M; Sánchez-Medina, I.I; García-Cerón, J.D. Prototipo IOT para el sector agrícola. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, número especial. Julio, 2024. XI Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 81-87.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i6.7270>

- 1 Universidad cooperativa de Colombia. Colombia.
 jaime.cabrera@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0000-0001-9282-7010>
- 2 Universidad cooperativa de Colombia. Colombia.
 irlesa.sanchez@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0000-0002-8840-0708>
- 3 Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia.
 jose.garciaceron@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0009-0003-3005-6128>
- 4 Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia.

Palabras clave

Prototipo IoT; tecnología M5STACK; sector agrícola; agricultura inteligente; fisicoquímica.

Resumen

Este artículo contempla conceptos y aspectos importantes para tener en cuenta en el diseño y desarrollo de un prototipo IoT para el sector agrícola soportado por sensores de tecnología M5STACK que midan variables fisicoquímicas presentes en un cultivo agrícola. El objetivo principal es presentar una iniciativa enfocada en el desarrollo de tecnologías dirigida a los agricultores colombianos que le permita una trazabilidad de las variables que intervienen en un cultivo agrícola a partir de datos capturados por sensores, analizarlos y tomar decisiones en busca de mejorar la productividad del sector agrícola con la implementación de tecnologías avanzadas.

Keywords

IoT prototype; M5STACK technology; agricultural sector; smart agriculture; physical chemistry.

Abstract

This article contemplates concepts and important aspects to take into account in the design and development of an IoT prototype for the agricultural sector supported by M5STACK technology sensors that measure physicochemical variables present in an agricultural crop. The main objective is to present an initiative focused on the development of technologies aimed at Colombian farmers that allows traceability of the variables involved in an agricultural crop from data captured by sensors, analyze them and make decisions in order to improve the productivity of the agricultural sector with the implementation of advanced technologies.

Introducción

En Colombia, la agricultura es uno de los elementos más importantes esencial para la producción de alimentos que llega a todos los rincones del país, y ve la necesidad de utilizar la tecnología para fortalecer los procesos agrícolas. En el contexto del campo colombiano, la agricultura de precisión como elemento teórico de gran relevancia, porque el concepto se refiere a la aplicación de tecnologías avanzadas como sensores, drones y sistemas de información geográfica, cuyo propósito es recopilar y analizar datos en tiempo real para evaluar el rendimiento de los cultivos [1]. El objetivo principal de la agricultura de precisión es proporcionar a los agricultores información precisa que permita tomar decisiones informadas sobre el manejo de los cultivos, la optimización de los recursos y la mitigación de posibles pérdidas [2].

Del mismo modo, esta ha adquirido un papel central en el aumento de la eficiencia y productividad agrícola, especialmente en un escenario marcado por el cambio climático y la creciente frecuencia de eventos climáticos extremos. Un ejemplo concreto es la adopción cada vez más generalizada de tecnologías como los sensores de humedad del suelo y los sistemas de riego automatizados [3]. Estas soluciones tecnológicas permiten una gestión más eficaz del agua y una reducción de los costes de producción para los agricultores del país. Es vital considerar que la agricultura en Colombia juega un papel económico crucial, pero también enfrenta varios desafíos. La falta de acceso a financiamiento y tecnología, así como la baja eficiencia en el uso de los recursos y la dependencia de cultivos de menor valor agregado,

son obstáculos que limitan su desarrollo. Aquí es donde entra en juego la importancia de la agricultura de precisión y otras tecnologías avanzadas, que pueden jugar un papel crucial para superar estos desafíos y elevar la productividad y sostenibilidad de la agricultura en el país.

Las tecnologías digitales emergentes y los avances en datos (por ejemplo, maquinaria inteligente, teledetección) no solo permiten que la Agricultura 4.0 conciba agroecosistemas interconectados y agricultura de precisión, sino que también exigen una toma de decisiones receptiva. Este estudio presenta un modelo de optimización matemática para brindar datos e información en tiempo real para respaldar decisiones precisas y optimizar las operaciones agrícolas a corto plazo [4].

La nueva Academia para el Pensamiento Sostenible del Sistema de Escuelas Públicas de la Ciudad de Falls Church (FCCPS) se basa en las teorías presentadas en ensayo reflexivo, donde los estudiantes aprenden sobre sostenibilidad, tecnologías de la información y la comunicación (TIC) e Internet de las cosas (IoT) a través de aplicaciones integradas en ciencias ambientales, energía, diseño, tecnología e ingeniería [5]. La FCCPS está construyendo una nueva academia de sostenibilidad y ha desarrollado un programa de hidroponía y acuaponía, con un enfoque en la sostenibilidad y el uso de tecnologías como las TIC y el IoT. Lo mencionado está ayudando a los estudiantes en comprender y abordar los desafíos ambientales en un entorno urbano [6].

En el contexto educativo, es relevante considerar el enfoque metódico para evaluar la transformación del sector agropecuario en la economía. Es así como el objetivo de los procesos de investigación contribuye al sector agrícola en la economía rusa, incrementando los ingresos de exportación al programar y agregar flujos de datos para la creación de cadenas y tecnologías desde la etapa de producción agrícola hasta el consumo [7]. La profunda integración de la economía digital en las industrias aliadas se alinea con el uso de tecnologías como IoT en la agricultura, donde los agricultores acceden a datos en tiempo real sobre las condiciones ambientales y de las máquinas, permitiendo tomar decisiones más informadas [8].

El modelo de colaboración se propone tanto desde la academia como en la investigación, lo que facilita la comunicación en vivo entre los tomadores de decisiones en el ámbito agrícola. Por ejemplo, los agricultores, los molinos y los gobiernos pueden controlar y monitorear varios aspectos del cultivo, desde el crecimiento hasta los niveles de pesticidas y la humedad del suelo [9]. La tecnología IoT se convierte en un puente hacia la recopilación de datos en tiempo real, que permite la toma de decisiones informadas y mejora todas las facetas del trabajo agrícola. A medida que se extienda la transformación digital, el sector agroalimentario también experimentará cambios en la estructura del mercado laboral y en la naturaleza del trabajo. Esta transición hacia la adopción de tecnologías avanzadas y la interconexión en tiempo real plantea una oportunidad para que la agricultura sea más eficiente y adaptable, abordando los desafíos actuales y futuros en un mundo en constante cambio [10]. Por lo tanto, el objetivo principal es aplicar la ingeniería a un proyecto de software que esté diseñado para fortalecer el análisis de las variables fisicoquímicas de la producción agropecuaria en la región del Huila.

Materiales y métodos

La investigación toma como muestra fincas en el municipio de Hobo que producen cacao.

Etapa 1: Revisión de literatura

Se realiza una revisión exhaustiva de la literatura sobre el uso de dispositivos para medir factores ambientales en cultivos y sobre la tecnología M5STACK y sus aplicaciones en el ámbito agrícola. El enfoque de investigación es cualitativo y cuantitativo, con análisis de datos obtenidos del dispositivo.

Etapa 2: Diseño y desarrollo del dispositivo

Se construye un dispositivo de medición de variables ambientales en cultivos basado en la tecnología M5STACK. Se utilizan sensores apropiados para registrar elementos como la humedad del suelo, la temperatura y la humedad atmosférica. El dispositivo se integra con una plataforma en línea para la visualización y análisis de los datos recopilados. La elección de la plataforma se realizará conforme a las necesidades específicas del proyecto.

Etapa 3: Validación del dispositivo

Se realizan pruebas de campo para verificar la precisión y confiabilidad del dispositivo en diversos tipos de cultivos y condiciones climáticas. Los resultados de estas evaluaciones se utilizarán para hacer ajustes finales tanto en el dispositivo como en la plataforma en línea.

Etapa 4: Transferencia de conocimientos

Se proporciona una guía detallada que explica cómo implementar y utilizar el dispositivo, dirigida a los agricultores. Esta guía incluye instrucciones para el montaje e instalación del dispositivo, así como para el uso de la plataforma en línea.

Etapa 5: Evaluación final

Se efectúa una evaluación final del proyecto para determinar si se han cumplido los objetivos específicos establecidos y para identificar áreas de mejora para futuros proyectos.

Resultados

Se realizó revisión exhaustiva de la literatura existente en textos, documentos, artículos científicos, páginas web sobre el uso de dispositivos para medir factores ambientales en cultivos y sobre la tecnología M5STACK y sus aplicaciones en el ámbito agrícola.

Cuadro 1. Experiencias relacionadas con IoT en el campo.

Descripción	Institucion	Resultado
Prototipo de control para un cultivo de tomate Cherry en un invernadero [11].	Universidad Católica de Colombia	Dispositivo Smart para invernadero automatizado.
Inteligencia Artificial para el campo: Los agricultores recogen muestras de suelo de sus cultivos y las envían a Agrosavia, que realiza el registro y análisis de estas en su laboratorio [12].	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	La Inteligencia Artificial (Watson) genera recomendaciones de fertilización que los agricultores pueden consultar en un portal web exclusivo.
El proyecto "Neltume Plagas" en Chile es un ejemplo de cómo el uso de drones con sensores sofisticados puede mejorar la agricultura. Los drones pueden monitorear los campos de cultivo con fotografías de alta resolución, lo que permite detectar plagas y enfermedades a tiempo [13].	IICA	Los Sensores adheridos a trampas permiten monitorear plagas y medir temperatura y humedad en el mismo sitio.
La Universidad UNAB y su semillero Agrirot impulsan una iniciativa en el oriente colombiano para desarrollar tecnologías que benefician a los campesinos [14].	Universidad Autónoma de Bucaramanga	Desarrollo de tecnología para el campo.
El programa Agro 4.0, del MinTIC y el C4IR.CO, busca mejorar la productividad del sector agropecuario con la implementación de tecnologías avanzadas [15].	MinTIC y el C4IR.CO	El proyecto Agro 4.0 es la puerta de entrada para que Colombia se prepare con un impacto positivo en el sector productivo agrícola con beneficios que le proporciona la transformación digital en sus cultivos a través de la implementación de tecnologías 4.0.

Se diseña y desarrolla un dispositivo tecnológico IoT de medición de variables ambientales en cultivos basado en el uso de sensores de la tecnología M5STACK para la medición de las variables fisicoquímicas en un cultivo agrícola.

Cuadro 2. Diseño del prototipo con IoT en el campo.

 <p>Diseño de prototipo: Uso de Arduino, Protoboard, y sensores</p>		 <p>Desarrollo de prototipo: Programación de sensores y encapsulado de elementos constitutivos del prototipo en la caja plástica.</p>
--	---	--

Se realizaron pruebas de campo en cultivo agrícola (caco) para verificar la precisión y confiabilidad de los sensores usados para la toma de las variables fisicoquímicas presentes en el cultivo, se realizaron los ajustes necesarios dentro de la incertidumbre de sensores y se validó el prototipo.

Cuadro 3. Validación de datos con el prototipo con IoT en el campo.



Se elaborado una cartilla guía dirigida a los agricultores donde se explica detalladamente la forma de implementar y utilizar el prototipo, además, incluye instrucciones para el montaje e instalación del dispositivo.

Por último, se puede afirmar que el prototipo funciona bien y es útil para la medición de variables fisicoquímicas en cultivos agrícolas beneficiando la toma de decisiones del agricultor para alcanzar mejores rendimientos en la producción.

Conclusiones y recomendaciones

El prototipo IoT para el sector agrícola debe convertirse en una herramienta tecnológica útil para el campo que colabore con el seguimiento en tiempo real de las variables fisicoquímicas que intervienen en un cultivo agrícola.

El prototipo IoT para el sector agrícola en comunión con sensores de la tecnología M5STACK tomara datos en tiempo real de las variables fisicoquímicas que intervienen en un cultivo agrícola en su proceso de siembra, mantenimiento, y producción de alimentos

El sector agrícola debe adelantar campañas educativas para formar a los adultos y jóvenes en conocimientos de tecnologías IoT y en sensores con el propósito de aprovechar las bondades de la tecnología para fortalecer el conocimiento en el campo.

La implementación de un dispositivo IOT requiere la participación de diferentes actores, como los agricultores, las empresas tecnológicas y las entidades gubernamentales. El desarrollo del dispositivo IOT podría ser financiado por el sector privado o por el sector público para fortalecer sus cultivos agrícolas.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo a los jóvenes investigadores del programa ingeniería de sistema de la universidad cooperativa de Colombia sede Neiva: José G, Daniel E., Tania H., Jesús A., Tomas R., Miguel D., David C., Alejandro V., Jonathan F., Nicolas C., Jireh Valentina P., Diego A., Juan D., Gustavo C., Derley C., Alejandro M., Santiago M., Jefferson c.

Referencias

- [1] Barnes, A., Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, A., Sanchez, B., . . . Gomez, M. (2019). influencing incentives for precision agricultural technologies within European arable farming systems. *Environmental Science Policy*, 93(1), 66-74.
- [2] Evgenevna solovjeva, n., valeryevich lesovik, r., valeryevna vaganova, o., & svetlana leonidovna, l. (2020). Transformation of Russia's. *Utopia y Praxis Latinoamericana* (1), 397-406.

- [3] Kwang, S., Lee, H., Kim, J., & Kim, K. (2021). Soil moisture sensor-based automated irrigation of Cymbidium under various substrate conditions. *Scientia Horticulturae*, 286(1), 110-133.
- [4] Quingyuan, K., Kamal, K., Nilay, s., & Miao, G. (2019). Development of a responsive optimisation framework for decision-making in precision agriculture. *Computers & Chemical Engineering*, 131(1), 106-585.
- [5] Abhishek khanna, S. K. (2019). Evolution of internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 157(1), 218-231.
- [6] M Thampi, S., Madria, S., Fernando, X., Doss, R., Mehta, S., & Ciunzo, D. (2020). Technological implication and its impact in agricultural sector: An IoT Based collaboration framework. *Procedia Computer Science*, 171(1), 1-27.
- [7] Sanchez, G., Bordonal, R., Graziano, P., otto, R., Chagas, M., Cardoso, T., & Luciano, A. (2023). Towards greater sustainability of sugarcane production by precision agriculture to meet ethanol demands in south-central Brazil based on a life cycle assessment. *Biosystems Engineering*, 229(1), 57-68.
- [8] Gonzales, A., & Lopez, L. (2022). Digital Competencies in the Argentinian Digital Education Curriculum. *IE revista de investigacion educativa de la rediech*, 13(e1275), 1-22.
- [9] Lang, G., Triantoro, T., & University, Q. (2022). Upskilling and Reskilling for the Future of Work: A Typology of Digital Skills Initiatives. *information systems and computing academic professionals*, 8(8), 97-106.
- [10] V.Suma. (2021). Internet-of-things(IoT) based smart agriculture in india. *Journal of ISMAC*, 3(1), 1-15.
- [11] Acosta, E. F., & Leon, D. A. (2015). *Prototipo de control para un cultivo de tomate cherry en un invernadero*. Bogotá: Universidad católica de colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/6a6d51f6-60bd-49bf-a9e1-8f74942ad61e/content>
- [12] MinTIC. (2019). *El campo se moderniza con tecnología de Inteligencia Artificial*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/mas-contenido/el-campo-colombiano-se-moderniza-con-tecnologias-basadas-376990>
- [13] Delgado, V. (2020). *Innovaciones tecnológicas agrícolas: oportunidades para enfrentar la crisis por el COVID-19 en América Latina*. Obtenido de <https://blog.iica.int/blog/innovaciones-tecnologicas-agricolas-oportunidades-para-enfrentar-crisis-por-covid-19-en>
- [14] UNAB. (2021). *Así avanza Agriot, el proyecto que impactará positivamente a los agricultores colombianos*. Obtenido de <https://unab.edu.co/publicacion163/>
- [15] MinTIC. (2021). *Agro 4.0, el programa del MinTIC y el C4IR.CO que busca mejorar la productividad del sector agropecuario con la implementación de tecnologías avanzadas*. Obtenido de <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/193378:Agro-4-0-el-programa-del-MinTIC-y-el-C4IR-CO-que-busca-mejorar-la-productividad-del-sector-agropecuario-con-la-implementacion-de-tecnologias-avanzadas>