

E FRANCO JORQUERA, Centro Avanzado de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (AC3E) USM:

“Robótica aparece como solución a falta de operarios agrocolas”

Investigador explica el desarrollo de sistemas autónomos de remolques y su impacto en eficiencia energética, productividad y sostenibilidad del agro.

¿Qué innovaciones específicas incorpora el sistema autónomo de remolques que están desarrollando para mejorar la eficiencia en las labores agrícolas?

Estos sistemas, que denominamos N-Trailers, incorporan una innovación clave al acoplar un vehículo tractor con una serie de remolques pasivos. A diferencia de los enfoques tradicionales, no solo trabajamos la cinemática, es decir, la relación geométrica del movimiento, sino que incorporamos el modelado dinámico del sistema. Esto incluye las fuerzas motoras del tractor y cómo se transmiten al resto de los remolques, lo que nos permite mejorar el control, estimar el consumo energético y operar de manera eficiente incluso en terrenos desafiantes, como los agrícolas o mineros.

“Si bien estas tecnologías pueden ser costosas, hoy existen modelos de operación como servicio, lo que permite reducir la inversión inicial para los agricultores”.

dicción y la realidad.

-¿Qué desafíos técnicos han debido resolver en términos de posicionamiento, detección de obstáculos y coordinación con maquinaria agrícola tradicional?

Uno de los principales ocurre cuando no hay cobertura GPS, situación en la que debemos apoyarnos en cámaras y lidar para la navegación. Otro desafío importante es la detección de obstáculos, que impacta directamente en la eficiencia energética. En entornos agrícolas los obstáculos pueden ser estáticos o dinámicos, como la presencia de personas trabajando en el campo. El sistema debe identificarlos y tomar decisiones en tiempo real para esquivarlos de forma segura y eficiente.

-¿Cómo se integran los sensores, algoritmos de navegación y sistemas de control para operar de manera autónoma en terrenos irregulares o cambiantes?

La integración se basa en el conocimiento de la dinámica del sistema, lo que permite estimar la posición y orientación de los vehículos. A esto se suman distintos sensores: unidades inerciales (IMU), GPS, cámaras y sistemas lidar, que utilizan láser para escanear el entorno y generar nubes de puntos. Estos datos son procesados por algoritmos que permiten reconocer obstáculos, identificar patrones y detectar elementos relevantes para tareas específicas. Luego, el sistema sigue trayectorias predefinidas, ajustándose constantemente para minimizar la diferencia entre la pre-

-¿Qué mejoras en productividad o reducción de costos han observado al comparar estos remolques autónomos con sistemas convencionales?

Una de las más relevantes es el paso desde combustibles fósiles a energía eléctrica, ya que el sistema está pensado para operar con tractores eléctricos. Además, responde a la escasez de mano de obra agrícola y reduce la exposición de las personas a condiciones extremas, como radiación solar o altas temperaturas en invernaderos. Estos vehículos pueden realizar tareas repetitivas de manera eficiente, incorporar sistemas de recolección o detección de frutos y estimar volúmenes de cosecha, aumentando la productividad y reduciendo costos operacionales.



-¿Qué rol juega la robótica avanzada en la transición hacia una agricultura más sostenible y con menor dependencia de mano de obra intensiva?

Aparece como una solución frente a la falta de operarios en el sector. Si bien estas tecnologías pueden ser costosas, hoy existen modelos de operación como servicio, lo que permite reducir la inversión inicial para los agricultores. Al ser sistemas eléctricos, disminuyen el consumo de combustible y las emisiones, contribuyendo a una agricultura más limpia. Además, un solo operario puede supervisar una cadena completa de vehículos autónomos, reduciendo costos fijos y mejorando la gestión. Esto implica un nuevo perfil de operador agrícola. Se requiere capacitación para comprender el funcionamiento del sistema, aprender a operarlo y realizar maniobras específicas, especialmente en las hileras de cultivo. Conceptos como sobreviraje o subviraje se vuelven relevantes cuando los vehículos deben girar y pasar de una etapa de trabajo a otra. Es un cambio cultural y técnico en la forma de trabajar el campo. ●