

El Ministerio de Relaciones Exteriores de Holanda organiza una visita a diferentes Universidades e instituciones del país

Aplicaciones de la robótica en la agricultura, desarrolladas en Holanda

El Gobierno holandés, a través del Ministerio de Relaciones Exteriores, ha organizado recientemente una visita a las diferentes Universidades e instituciones en donde se realiza investigación y desarrollo relacionado con la robótica en las distintas áreas de la ciencia, entre ellas la agricultura, y de las que hemos podido conocer algunas de las innovaciones más recientes.

Isidro Morales García.

Ingeniero Agrónomo. Doctorando en Agricultura Protegida en la Universidad de Almería.

La demanda de alimentos está en constante aumento como resultado del incremento demográfico. Éstos deben ser inocuos y producidos mediante un uso eficiente de los recursos naturales sin dañar el medio ambiente. Según los últimos cálculos de la ONU, la población mundial será de 9.100 millones en el año 2050, un tercio de bocas más que alimentar que en la actualidad. Ante esta situación, la agricultura tiene un gran desafío para producir tal cantidad de alimentos, teniendo en cuenta que cerca del 70% de la población mundial vivirá en ciudades o áreas urbanas en 2050, con lo que el objetivo se torna más difícil. Por ello, en el próximo años se tendrá que incrementar el uso de la tecnología robótica para las actividades de la agricultura.

La robótica en la agricultura

Tanto en la agricultura protegida como extensiva se requiere de mucha mano de obra y equipos, debido al incremento de los volúmenes de producción requeridos, por lo que es necesario desarrollar nuevas sistemas para

mejorar la eficiencia de los equipos utilizados en las labores agrícolas, las cuales consisten en combinar las tecnologías informática, electrónica y mecánica disponible para el desarrollo de máquinas más inteligentes y eficientes, que puedan hacer las actividades agrícolas de manera correcta. A continuación se presentan diversas investigaciones que se están realizando en las Universidades e instituciones que se visitaron.

Laboratorio de bio-robótica de la Universidad Tecnológica de Delft

Entre los trabajos que se realizan en el laboratorio de bio-robótica de la Universidad Técnica de Delft, está el desarrollo de máquinas que caminen a pie con la mayor apariencia humana, es decir, el desarrollo de robots inspirados biológicamente y con una forma natural de caminar, haciendo uso de las tecnologías de la mecánica, eléctrica e informática. Para ello, se está trabajando arduamente con la simulación del funcionamiento del exoesqueleto humano y articulaciones de los pies, rodillas y manos de los robots, procurando usar la energía de manera más eficiente. En el sector agrícola podría emplearse en actividades que se necesiten desplazamiento como la aplicación de productos fitosanitarios y monitoreo de los cultivos en extensivo o en invernaderos (fotos 1 y 2).

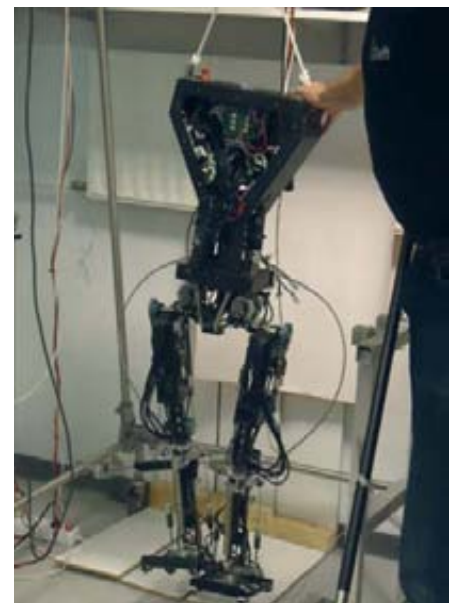


Foto 1 (arriba). Robot con flexibilidad en rodillas y pies para un mejor desplazamiento.

Foto 2 (abajo). Desarrollo de flexibilidad de las articulaciones en los pies y rodillas de robots simulando el movimiento de los humanos.

Otro proyecto es el desarrollo de un brazo y una mano para manipulación de diferentes objetos. La mano es fuerte, versátil, con una ligera pinza subactuada de tres dedos. Éstos tienen dos grados de libertad y todos son accionados por un solo motor que asegura un fuerte agarre y puede utilizarse en objetos de diferentes formas debido a un sistema de detección y control de la fuerza aplicada controlado por un sensor. Actualmente en el mercado ya existen algunas manos diseñadas por Jelle Ten Kate para trabajar con diversos objetos. El brazo manipulador de baja potencia que se tiene en desarrollo, a diferencia de los brazos que existen en el mercado, es de pequeño tamaño y además utiliza motores de baja potencia con lo cual se reduce significativamente su coste. Las aplicaciones del brazo y mano pueden ser en la cosecha o clasificación de frutas y hortalizas (**foto 3**).



Foto 3. Mano de robot con tres dedos con capacidad de coger objetos de diferentes formas.

Universidad de Wageningen

El Dr. Eldert J. Van Renten, investigador de la Universidad de Wageningen, comentó que se están realizando diversos cambios en la agricultura mundial, entre los que destacan el uso de agro-robots para realizar diferentes actividades desde la siembra hasta la cosecha, debido a que los costes de la mano de obra para las labores agrícolas representan una tercera parte del coste total en las producciones agrícolas. Otros de los factores que potenciarán en el futuro el uso de la robótica son los cambios en la población mundial tanto en cantidad como en la distribución geográfica y por edad (personas mayores y la migración hacia las zonas urbanas). Como consecuencia de estos factores se están presentando desafíos como: el incremento del tamaño de las empresas, incremento en los costes de las labores, problemas de salud (trabajo pesado, sucio y repetitivo), razones socio-económicas, uso más eficiente de los recursos, reducción de emisiones al medio ambiente, competencias con los mercados internacionales, especialización de la producción, tratamientos individuales de plantas y animales y calidad e inocuidad de los productos alimenticios, etc.

Como oportunidades de los agro-robots se presentan:

- Apoyo o remplazo de las labores de las personas.
- Realización de las actividades muchas veces y con mayor precisión.
- Rediseño de los sistemas agrícolas.

Además, existen desafíos a considerar en el desarrollo de los robots en las actividades desde la siembra hasta la cosecha y en cada cultivo, con variaciones como por ejemplo: el color, forma y ubicación de los frutos aun tratándose de una misma especie hortícola, y el complejo entorno: los desniveles de suelo, variación de la luz, lluvia, polvo, etc.

A continuación se describen algunos de los proyectos que se tienen desarrollando en la Universidad de Wageningen.

Tractor inteligente y autónomo

Se está desarrollando un tractor que funcione de manera autónoma para trabajar en la producción cultivos hortícolas en extensivo. En la actualidad los tractores por lo general son de un gran tamaño debido a que necesitan de una persona para su conducción, las investigaciones que se realizan en esta área se centran principalmente en obtener un tractor que realice las actividades de manera autónoma y sin dañar a los cultivos, mediante la programación por GPS de los recorridos a realizar dentro del área de cultivo. Esta maquinaria aún no tiene uso práctico al presentar problemas de seguridad, debido a que no tiene sensores de re-

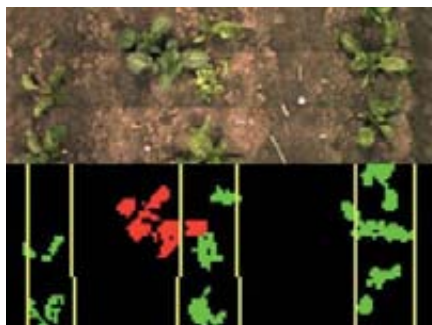


Foto 4 (izda). Identificación de plantas de patata en cultivos de remolacha mediante reflectancia espectral.

conocimiento de cosas ni personas que se puedan encontrar en su recorrido. Otro tractor más seguro es el Hubrina que funciona a partir de un tractor maestro, por lo que se puede decir que es un tractor parcialmente autónomo, que realiza la misma actividad que el tractor maestro consiguiendo reducir el tiempo de realización de las labores agrícolas.

Detección automática de plantas de patata espontáneas y malas hierbas

El rápido incremento de la superficie en la producción de patata en Holanda propició un incremento en el uso de fertilizantes y productos fitosanitarios, lo cual generó diversas opiniones entre la sociedad sobre la posible contaminación ambiental, y dio lugar a investigar los posibles métodos para reducir el uso de agroquímicos, entre ellos los herbicidas. Además, se planteó la alternancia de la producción de patata con la remolacha azucarera, además de la reducción del uso de fungicidas para el control de diversas enfermedades que atacan al cultivo.

La patata es un cultivo muy vulnerable a las enfermedades, sobre todo a la aparición de tizón tardío causado por *Phytophthora infestans*. El tizón tardío es una de las enfermedades más importantes de la patata y una fuente de inóculo son los tubérculos que se quedan en el suelo de las cosechas anteriores y que han sobrevivido al invierno debido a la



Foto 5 (dcha). Tractor con el implemento para detectar plantas de patata y malas hierbas para su control.

falta de heladas. Sin embargo, en la actualidad, no hay productos químicos selectivos para eliminar el tubérculo o plantas de patata en los campos sin afectar a las plantas de remolacha azucarera.

El glifosato aplicado por aspersion es un producto muy efectivo para controlar las plantas de patata y las malas hierbas que se encuentran entre las filas de la remolacha, pero para eliminar las plantas de patata que se encuentran dentro de las filas no se puede aplicar el producto debido a que puede afectar severamente a las plantas de remolacha. Además, de manera tradicional se tendría que aplicar el herbicida por todo el campo sin importar que solo hubiese malas hierbas o plantas de patata en algunos sitios, ya que si se quisiera realizar la eliminación a mano los costes serían muy elevados. Para dar solución a este problema se está investigando un sistema de detección de plantas de patata y malas hierbas por medio de la reflectancia espectral entre la patata, las malas hierbas y la remolacha. Para ello se está desarrollando una máquina que se acople al tractor y que al pasar sobre las hileras de plantación de remolacha detecte las plantas de patata y malas hierbas y aplique el producto para su control ya sea por microaspersión o la retirada de manera mecánica (**fotos 4 y 5**).

Robot integral para la cosecha de pepinos, pimientos y rosas

Desde hace varios años se viene haciendo uso de los robots para cosechar diferentes cultivos. Estas labores de recolección son muy pesadas por las diferentes características que presentan estos cultivos, como la presencia de espinas en las rosas o las condiciones ambientales en interior del invernadero. Por ello, el pepino y las rosas fueron los primeros cultivos en los que se utilizaron los robots, y actualmente el 90% de la cosecha de rosas en Holanda se realiza con robots.

Investigadores de la Universidad de Wageningen han estado desarrollando un robot integral con una plataforma de soporte altamente configurable, modular e inteligente (con sensores, cámaras, pulverizadores, pinzas, etc.) que se puedan instalar fácilmente en la plataforma y con gran capacidad para adaptarse a las tareas y condiciones dentro del cultivo. Se pretende que el pulverizador sea capaz de aplicar en sitios específicos, las cámaras identifiquen a los frutos en condiciones de cosecha y las pinzas se dirijan a los fru-



Foto 6. Robot integral para la cosecha de pimientos.

tos seleccionados para su corte con la delicadeza requerida para no dañar a la planta, para finalmente terminar pulverizando el área de corte y evitar así la propagación de plagas y enfermedades. Además se pretende que este robot sea capaz de detectar obstáculos durante su recorrido autónomo en el área de cultivo. El desarrollo de esta tecnología ayudará a los agricultores realizar esta actividad que es laboriosa y pesada (**foto 6**).

Laboratorio de Ciencias, Geoinformación y Teledetección de la Universidad de Wageningen

El Laboratorio de Ciencias de la Geoinformación y Teledetección y el grupo de Desarrollo y Degradación del Suelo participan en el proyecto: Inspectores Inteligentes, financiado por el programa Interreg Iva, un programa de cooperación holandés-alemán. El proyecto tiene como objetivo el desarrollo de una infraestructura de sensores remotos utilizando sensores en plataformas aéreas no tripuladas como helicópteros y aviones de tamaños muy pequeños, para aplicaciones ambientales, entre las que se pueden destacar: la agricultura de precisión, el seguimiento del carbono forestal, cambios de uso de la tierra y las emisiones de gases con efecto invernadero, el apoyo de teledetección para el modelado ecológico, la cartografía y la evaluación de las propiedades del suelo, etc..

Para apoyar la gestión ambiental es necesario disponer de una información oportuna,

precisa y detallada sobre el suelo, por lo que, cada vez más, se están utilizando sistemas aéreos no tripulados para supervisar el desarrollo de los cultivos agrícolas, la calidad del hábitat, etc.

En la Universidad se nos mostró el funcionamiento de un helicóptero totalmente autónomo llamado Drone que puede monitorear diversos puntos previamente programados. El aparato está equipado con una cámara hiperespectral con un rango de 400 a 2.500 nm y una resolución espectral de 10 nm. La cámara toma dos fotos por segundo en el aire y tiene una capacidad de almacenamiento de 8 GB, lo que presenta muchas ventajas para el monitoreo de las actividades antes mencionadas.

Un aspecto muy interesante de la utilización de estos inspectores inteligentes es que las imágenes obtenidas permiten la evaluación de los parámetros de calidad del suelo para el aporte de nutrientes (contenido de materia orgánica), porosidad, humedad del suelo, capacidad de infiltración, compactación, así como la identificación de aéreas en lo referente al estado nutricional de nitrógeno de los cultivos, siendo de gran importancia para los agricultores de cara a poder corregir las deficiencias de este nutriente y elevar la producción de los cultivos.

En grandes aéreas de producción de cultivos extensivos se puede utilizar este tipo de tecnología para monitorear desde el trasplante hasta la cosecha, verificando en cada etapa el desarrollo del cultivo para hacer un uso eficiente de los fertilizantes y reducir los daños al medio ambiente, además de reducir los costes del cultivo. Es necesario mencionar que previamente se tienen que correlacionar los parámetros antes mencionados con las firmas espectrales, y una vez correlacionadas las imágenes espectrales y la nutrición del cultivo, es muy rápida la determinación del estado nutricional por medio de las fotografías tomadas por el aparato.

Los siguientes objetivos irán encaminados a alcanzar un mayor aumento de la fiabilidad y un mayor nivel de autonomía, un servicio autónomo de aterrizaje y un planificador de la misión.

Todavía no existe una legislación definida para el uso de estos helicópteros y mini aviones, pero se encuentra en desarrollo y se espera que entre dos y cinco años ya se puedan utilizar de manera comercial (**fotos 7, 8 y 9**).



Foto 7. Drone (helicoptero autónomo para emplear en diferentes actividades).



Foto 8. Mini avión autónomo para realizar diversas actividades.



Foto 9. Fotografía aérea tomada por el Drone.

Conclusiones

Con el transcurso de los años, la robótica será una herramienta muy importante para cubrir las necesidades de producción de alimentos para este mundo que cada día incrementa su población. En la agricultura se podrán emplear desde la preparación del terreno para la siembra hasta la cosecha. Además de que la robótica puede llegar a ser una herramienta fundamental para hacer un uso eficiente de los recursos empleados, también supone un ahorro en los costes de producción y la disminución de la contaminación ambiental dando como resultado una producción sostenible. ●

Agradecimientos

A los Investigadores de la universidad Tecnológica de Delft, Universidad de Wageningen e Instituciones que visitamos, así como a todos los funcionarios del gobierno de Holanda que han participado en la organización del evento.



EL NUEVO MF 5600 | 85 A 105 CV
**MÁS POTENCIA.
 MENOS COMBUSTIBLE.**

PARA UNA NUEVA GENERACIÓN

DE MASSEY FERGUSON



MASSEY FERGUSON