

# TRACTORES AUTÓNOMOS EN AGRICULTURA DE PRECISIÓN

Dentro de unas semanas está prevista la organización en Madrid de una demostración con una nueva generación de sistemas de robótica aplicados a la agricultura. Será la culminación de un proyecto puesto en marcha hace varios meses y en el que participan grupos de trabajo de ochos países europeos.

**GONZALO PAJARES MARTINSANZ**  
DPT. INGENIERÍA DEL SOFTWARE E  
INTELIGENCIA ARTIFICIAL  
FACULTAD DE INFORMÁTICA.-  
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE  
MADRID  
28040 MADRID  
pajares@ucm.es

**PABLO GONZÁLEZ-DE-SANTOS**  
CENTRO DE AUTOMÁTICA Y  
ROBÓTICA  
CENTRO MIXTO CSIC-UPM  
28500 ARGANDA DEL REY, MADRID  
pablo.gonzalez@car.upm-  
csic.es



La foto original es la de las unidades terrestres y a ésta se han añadido los drones. La foto en sí podría ser real, ya que todas las unidades están construidas y en este momento se están realizando ensayos con ellas, pero todavía no se ha llegado a los ensayos con toda la flota al completo. La modificación de la imagen se ha realizado con ánimo de ilustrar el objetivo del proyecto, pero no queremos que conduzca a malas interpretaciones.

Resultan bien conocidos los continuos avances tecnológicos rentabilizados en distintos ámbitos, uno de ellos el agrícola. Tanto la maquinaria motorizada como los aperos y equipamientos de labranza, desarrollados con distintas finalidades, están incorporando con éxito diversas tecnologías.

En esta línea de avance se encuadran los progresos orientados hacia la consecución de sistemas autónomos dotados con las capacidades tecnológicas suficientes para realizar determinadas tareas agrícolas, principalmente en lo que se conoce como agricultura de precisión.

Los organismos nacionales e internacionales vienen realizando esfuerzos importantes

potenciando desarrollos tecnológicos avanzados. En este ámbito se sitúa el proyecto RHEA (*Robot Fleets for Highly Effective Agriculture and Forestry Management*, NMP-CP-IP 245986-2), financiado por la Comisión Europea dentro de lo que se conoce como VII Programa Marco.

El consorcio constituido para el desarrollo del proyecto, liderado por el Centro de Automática y Robótica, Centro Mixto CSIC-UPM, bajo la dirección del investigador Dr. Pablo González de Santos, ha aglutinado dieciocho equipos de trabajo, pertenecientes a ocho países europeos, en diferentes ámbitos de conocimiento, desde investigadores propiamente dichos a empresas tecnológicas de fabricación y producción de maquinaria y equipamientos agrícolas.



Tractor con máquina pulverizadora de herbicida para eliminación de malas hierbas en cereal.

## Tecnologías en RHEA

En RHEA se plantea el desarrollo de una flota de tractores no tripulados para la realización de tareas agrícolas en tres ámbitos específicos de actuación: cultivos de cereal, maíz y olivos. La idea central se basa en el hecho de que convenientemente coordinados entre sí y siguiendo trayectorias planificadas, realicen labores idénticas sobre un mismo campo de cultivo con reparto de la superficie.

En el proyecto se han desarrollado tres prototipos, cada uno de ellos orientado hacia una de las actuaciones previstas. De esta manera se dispone de los siguientes tres vehículos proporcionados por CNH Bélgica, empresa también participante en el consorcio:

- Tractor equipado con una máquina pulverizadora para eliminación de malas hierbas en cereal, mediante la aplicación dosificada de herbicida. Se dispone de un mapa de infestación elaborado a partir de vuelos aéreos realizados con 'drones' varios días previos al

tratamiento. Dicho mapa se encuentra geo-referenciado, de suerte que durante los trabajos del tractor es posible ubicar las zonas mediante el GPS, ahora a bordo del tractor. En función de la densidad de malas hierbas se aplican las dosis correspondientes mediante el control de las válvulas dosificadoras, aplicando métodos automáticos.

- Tractor equipado con un sistema mixto termo-mecánico, actuando en campos de maíz, con el propósito de eliminar las malas hierbas existentes. Una azada mecánica actúa de forma continua eliminando cualquier tipo de maleza existente entre los surcos del cultivo. Un sistema de quemado con ignición automática, que utiliza gas licuado, sirve para eliminar las malas hierbas no alcanzadas por el sistema mecánico, principalmente las situadas entre las propias plantas de maíz. El tractor re-



Tractor con máquina termo-mecánica para eliminación de malas hierbas en maíz.



Tractor con máquina pulverizadora para tratamiento de plagas en copas de los árboles.

corre el campo de cultivo siguiendo un plan previamente establecido mediante el sistema GPS a bordo del mismo. Un sistema de visión artificial, también a bordo del tractor, se encarga de identificar las zonas que requieren una dosis de quemado determinada en función de la densidad de malas hierbas identificadas por el sistema de visión. Este sistema de visión sirve también como ayuda al guiado fino del tractor, ya que permite corregir posibles desviaciones del tractor en su recorrido, originadas por fallos puntuales en el GPS u otras circunstancias.

- Tractor equipado con un sistema de pulverizado en altura para su aplicación a las copas de los olivos con fines de tratamiento de plagas. Como en los casos anteriores, el tractor sigue una trayectoria previamente planificada mediante





Equipamiento sensorial en tractor para eliminación de malas hierbas en maíz.



Imagen conteniendo zonas localizadas con diferentes densidades de malas hierbas.



GPS, aplicando las dosis correspondientes exactamente sobre las copas de los olivos.

### La visión artificial en el tractor para maíz

Los tres tractores, por su naturaleza robótica, están equipados con diversos sistemas

sensoriales, destacando: GPS, antenas de comunicaciones vía Wi-Fi, láseres para detección de obstáculos durante la navegación, así como sistemas de visión artificial con cámaras de color.

El sistema de visión tiene asignada una doble función. Por un lado sirve para detección de

obstáculos durante la navegación como complemento o ayuda al sistema láser y por otro, y más importante, desde el punto de vista de la automatización de las tareas agrícolas, sirve para la detección de los surcos de maíz, de nuevo con una doble finalidad: determinar la densidad de malas hierbas existentes en el campo para la aplicación de la dosis de quemado que le corresponde y ayuda al guiado fino como complemento al GPS.

La cámara de visión instalada en la parte superior del tractor visualiza la parte frontal del campo correspondiente a una zona situada entre 3 y 5 metros por delante del tractor, con una anchura de 3 metros, equivalente a cuatro surcos de maíz. En cada zona captura una imagen que se analiza a bordo mediante técnicas de tratamiento de imágenes, utilizando un computador de altas prestaciones

A partir de una imagen dada, los métodos desarrollados por el Grupo ISCAR-Universidad Complutense de Madrid, participante en el consorcio RHEA, permiten identificar la densidad de malas hierbas existentes en la zona definida previamente, sobre la que se aplica la dosis de llama necesaria cuando el

### Participantes

**España:** Centro de Automática y Robótica, CSIC-UPM; Instituto de Ciencias Agrarias, CSIC; Instituto de Agricultura Sostenible, CSIC; ETSI Agrónomos, ETSI Industriales Universidad Politécnica de Madrid; Facultad de Informática, Universidad Complutense de Madrid; Soluciones Agrícolas de Precisión S.L.

**Italia:** Università degli Studi di Firenze; Università di Pisa; CM Srl.

**Francia:** IRSTEA; CNH France SA.

**Bélgica:** CNH Belgium NV.

**Austria:** CogVis GmbH.

Forschungszentrum Telekommunikation Wien Ltd.

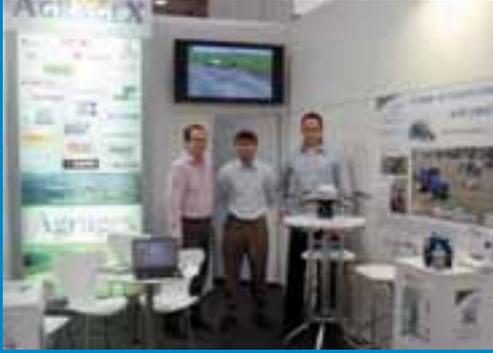
**Alemania:** Air Robot GmbH.

**Suiza:** Bluebotics SA; Cyberbotics Ltd.

**Grecia:** Tropical SA.

## Presentaciones en ferias

El pasado mes de noviembre en Agritechnica y recientemente en FIMA se ha podido conocer más de cerca el proyecto. Mientras que en Hannover



(Alemania) se ocupó de su presentación el grupo de investigación LPF-TAGRALIA de la Universidad Politécnica de Madrid, en un espacio en el stand de la Asociación de Exportadores AGRAGEX, en Zaragoza estuvo expuesto un prototipo del tractor utilizado, que despertó el interés de muchos visitantes.

sistema de tratamiento térmico alcance físicamente dicha zona. En cada una de estas imágenes se identifican una serie de celdas que se corresponden con áreas de menor dimensión en

el campo de cultivo. Sobre cada una de esas celdas en el campo se aplica la dosis de quemado apropiada de acuerdo a su densidad. Esto es factible ya que el sistema termo-mecánico,

desarrollado por el grupo de la Universidad de Pisa (Italia) participante en el proyecto, consta de una serie de quemadores con capacidad de actuación individualizada. ■

## SOLUCIONES DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN DURANTE TODO EL AÑO PARA SUS TRABAJOS DE CAMPO

Nueva pantalla  
TMX-2050™



PANTALLAS PARA GUADO



SISTEMAS DE GUADO



CONTROL APLICACIONES DE INSUMOS



SERVICIO DE CORRECCIONES



CONNECTED FARM

Trimble tiene su campo cubierto con productos de agricultura de precisión diseñados para mejorar su eficiencia, productividad y rendimientos. Cuando nuestros servicios de correcciones de GPS líder en mercado y nuestros equipos están combinados con Connected Farm™, la solución integrada de Trimble para administración de campos da como resultado campos manejados con decisiones basadas en datos, no estimaciones.

Para más información, visite a [www.trimble.com/agriculture/spain](http://www.trimble.com/agriculture/spain) y póngase en contacto con un distribuidor autorizado de Trimble.