PROF. ETTORE GASPARETTO
Universidad de Milán

AGROBOT

LA MICRO-MECANIZACIÓN DE LOS CULTIVOS DE CAMPO

Un grupo de estudiantes de una universidad holandesa ha construido el primer prototipo de robot agrícola, denominado *Agrobot*, un pequeño vehículo equipado con videocámara y transmisor, controlado desde un ordenador. En este artículo se analizan sus posibilidades en la mecanización de la agricultura del futuro.

En la pasada Conferencia Internacional AgEng 2002, de Budapest, organizada por la Asociación Europea de Ingeniería Agraria (*EurAgEng*), la asociación italiana de fabricantes UNACOMA ofreció un Premio, 'Vision Event', reservado a jóvenes profesionales con un máximo de 35 años de edad.

El objetivo de este Premio era incentivar a los jóvenes profesionales para que presentaran soluciones con una visión futurística de la ingeniería agrícola, con particular orientación a la mecanización de la agricultura, admitiéndose invenciones, prototipos, etc.

El Jurado decidió por unanimidad dar como vencedor el trabajo titulado: *"El robot-hormiga, para la micro-mecanización de los cultivos herbáceos"*, presentado por un equipo de seis estudiantes de la universidad holandesa de Wageningen. Seguidamente se sintetiza el trabajo premiado y se analizan las posibilidades del sistema en la mecanización de la agricultura del futuro.

REFLEXIONES SOBRE LA MECANIZACIÓN DEL FUTURO

El equipo de estudiantes que fue premiado hace una reflexión sobre la mecanización de la agricultura sobre grandes superficies: ¿por qué no se busca una alternativa al empleo de maquinas cada vez más grandes en la agricultura moderna, que necesitan parcelas de creciente dimensión y provocan una disminución, en los límites de lo posible, de la mano de obra empleada?

Las grandes máquinas consumen mucha energía, necesitan mano de obra cualificada, los costes de utilización son elevados, compactan el terreno, tienen una resolución pésima en lo que respecta al cuidado individual de la planta, no son flexibles y favorecen el monocultivo.

Por el contrario, la naturaleza enseña que las hormigas viven en colonias bien organizadas, con tareas subdivididas entre los individuos y un sistema de comunicación sumamente desarrollado que se puede considerar como ejemplo de inteligencia descentralizada. Esto puede servir de idea para un nuevo sistema de mecanización utilizando pequeños vehículos autónomos, que se puedan mover al nivel individual de la planta.

Con ellos se podría determinar y/o medir, en cada punto del campo, la necesidad hídrica, la exigencia de fertilizantes, la presencia de plagas y enfermedades, trabajando sobre la biodiversidad en el ámbito de una agricultura sostenible. El problema está en que una instrumentación de este tipo y con estas capacidades no existe por el momento.

Para desarrollar esta idea, resulta necesario desarrollar un micro-máquina robotizada que:

- Recoja informaciones sobre cultivo, plagas, enfermedades, clima y suelo.
- Optimice la situación del cultivo por la distribución de abonos, agua, herbicidas, etcétera.
- Sea confiable y no representar un posible riesgo para el hombre, los animales y el cultivo.

> ***Se trata de una mecanización basada en el empleo de pequeños vehículos autónomos***

- Sea pequeña y robusta, capaz de moverse entre las líneas de plantas y resistente a la lluvia.
- Pueda comunicar con la estación base empresarial y con los otros robots, para poder trabajar sola o en grupo.
- Tome decisiones, de modo que pueda establecer autónomamente la misma ruta y proceder a la recogida/distribución de las informaciones/productos, mediante Sistemas de Soporte a la Decisión (DSS).
- Sea económica, adecuada a una producción de masa.
- Esté disponible para las empresas en un plazo de unos 20 años.

Unidad de control del Agrobot (Universidad de Wageningen-Holanda).

EL AGRO-ROBOT

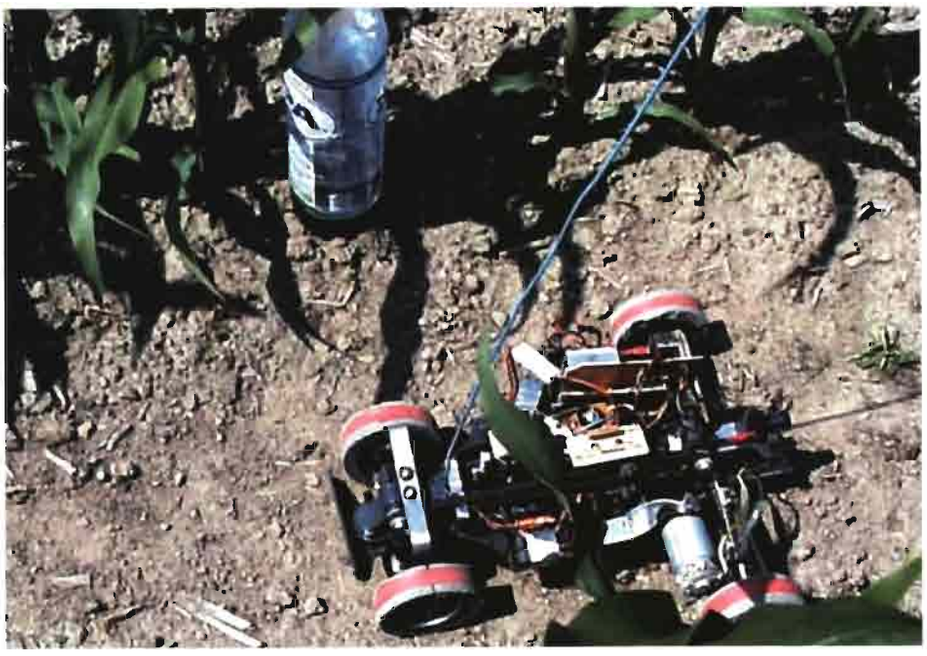
En su universidad de Wageningen este grupo de alumnos ya han construido un primer prototipo de robot para esta aplicación futurística, denominado Agrobot, es decir 'robot agrícola'. Como punto de partida se ha considerado la sencillez del proyecto, dada la limitación de los fondos disponibles.

El Agrobot tiene que marchar lentamente, a no más de 0.5 m/s, para poderlo maniobrar con la videocámara. Además, tiene que ser pequeño, con dimensiones iniciales de 30 cm de longitud, 15 de anchura y 10 de altura. Por el momento el prototipo no ha sido dotado de instrumentación, que será aplicada más tarde; hasta ahora sólo se han preocupado por su movilidad

El Agrobot se ha basado en un vehículo teledirigido por radio de los que existen en el mercado, al que se le ha reducido la velocidad de avance colocando en la transmisión una reducción mediante engranajes planetarios. Además, la reducción de la velocidad permite un incremento del mismo orden del par disponible en las ruedas, con gran ventaja para la marcha, dada la necesidad de moverse sobre terreno agrícola.

Tal medida ha sido acompañada de una ampliación de la vía y de un refuerzo del bastidor. Al mismo tiempo los neumáticos originales han sido aumentados en su diámetro, enrollando capas de goma sobre la superficie perimétrica.

El micro-vehículo ha sido completado colocando sobre él una videocámara y un transmisor, junto con tres baterías para su alimentación, así como el conjunto para el control remoto desde un ordenador (velocidad de avance y dirección).



Modificación de la anchura de via y refuerzo del bastidor.

LO QUE QUEDA POR HACER

El objetivo futuro del Agrobot es el de permitir una agricultura de precisión selectiva, a nivel del cultivo y la parcela, con el posible empleo del GIS (información geográfica) y del GPSd (posición), con tres niveles de automatización: navegación; interacción con los otros robots; recogida de datos e intervenciones sobre el cultivo. Hay, desde este último punto de vista, tres variables que controlar: espacial, temporal y de previsión.

El primer paso consiste en la recogida de datos, para poder aplicar solamente las cantidades necesarias de semillas, abonos y herbicidas y en el lugar en el que se necesitan. El segundo paso consiste en el montaje de sensores que reconozcan las necesidades del cultivo: agua, fertilizante y plagas.

> **"El objetivo es realizar una agricultura de precisión a nivel de planta"**

Dimensiones elevadas con respecto a las que se necesitan para cultivos más cerrados.

Resulta obvio que para que puedan ser distribuidos con el Agrobot los abonos y los herbicidas e insecticidas tienen que ser concentrados, dada la limitada capacidad de carga del vehículo.

A primera visa el proyecto puede parecer ambicioso. Hace falta, por otra parte, tener en cuenta que la capacidad de memoria y de proceso de los ordenadores se duplica cada 18 meses, por lo que la dimensión de los ordenadores será cada vez menor. Lo mismo se puede decir de la telefonía móvil, que es a la base de la transmisión de los datos.

Para la guía automática existen dos alternativas no exentas de problemas:

- Cargar un *software* con todos los datos necesarios, pero la mínima desviación causaría la anulación del trabajo.
- Emplear un proceso de análisis de imagen para el reconocimiento de las plantas, del que se derivarán las órdenes sucesivas.

Habrá que seguir con la segunda opción, pero el tamaño necesario en la memoria que lo permitiría resulta antieconómico por el momento.

El Agrobot ha sido construido y probado. La inversión realizada en materiales se reduce a 600 €: 150 € el vehículo, 75 € el motor y la transmisión, 300 € el sistema de comunicación y 75 € la videocámara. Sin embargo, con una sola videocámara no aprecian las distancias, por lo que no se puede dar la vuelta en el lugar preciso. Esto mismo se puede decir para marcar la posición de las malas hierbas. Una de las posibles soluciones es recurrir al empleo de una videocámara doble, pero se encarece el proyecto.

Hay otros problemas de orden práctico: si el robot sale del campo de alcance del radio control el ordenador ya no pueden manejarlo; el suelo agrícola es discontinuo, con terrones y puede estar húmedo.

Por otra parte, el futuro Agrobot de serie tendría que trabajar 24 horas al día, de manera independiente de las condiciones atmosféricas. Además, el actual prototipo resulta de dimensio-

nes demasiado elevadas. En el futuro, tendrá que poderse mover no sólo dentro de un maizal, sino también en una parcela de trigo, con distancia entre filas mucho más reducida.

En la futura agricultura de precisión se exigiría trabajar con plantes individuales, para lo que hay dos posibilidades:

- Todas las informaciones se mandan a una memoria situada en la estación base y son recuperadas cuando resulta necesario.
- Utilizando un GPSd que controla la posición de modo extremadamente preciso. Cada robot resulta más autónomo, el sistema más preciso, pero el coste total, al menos por momento, prohibitivo.

El Agrobot tendrá que estar normalizado, tanto en su hardware, como en su software. De este modo el agricultor podrá cambiar los sensores y los actuadores, según la estación y el tipo de cultivo. En el extremo de las parcelas se tendrán que situar locales de avituallamiento y de mantenimiento o de reprogramación.

Pruebas de campo del Agrobot.

CONCLUSIONES

El proyecto navega por momento en el mar de lo futurible, pero hay que olvidar que el progreso de la electrónica es increíble. Sólo hace 20 años que los robots se encontraban al nivel de juguetes por nuestros hijos; a partir de los prototipos desarrollados, respetando las previsiones de los autores, debería ser posible con ellos, en un plazo de 20 años, aumentar la productividad agrícola y disminuir el impacto ambiental mediante la optimización en el empleo de los abonos y de los herbicidas e insecticidas, con la instauración de una verdadera agricultura localizada de precisión.

> **Es un proyecto a muy largo plazo que se apoyaría en el progreso de la electrónica**

También será posible, según el equipo de estudiantes de Wageningen, trabajar pequeñas parcelas y cultivar más especies sobre el misma parcela. En una reciente misión, organizada por las Naciones Unidas, en la parte occidental de China, enormemente más pobre que el oriental, he tenido la ocasión de ver campos cultivados con muchas especies vegetales y de dimensión mínima, a menudo igual a pocas decenas de metros cuadrados; esto también lo hace algunas poblaciones que viven en zonas tropicales, de manera que nunca el suelo queda sin cubierta vegetal para evitar la erosión con las lluvias intensas.

Todos consideran tal situación como del pasado, pero ahora surge la duda de que puede representar el futuro de la agricultura.■

Los autores, recibiendo su premio en AgEng 2002 (Hungria).