



ACTAS DE HORTICULTURA

**Comunicaciones Técnicas
Sociedad Española de Ciencias Hortícolas**

76

**NOVIEMBRE
2016**

II JORNADAS DEL GRUPO DE VITICULTURA

COMUNICACIONES

**Editores:
Pilar Baeza Trujillo
L. Gonzaga Santesteban**

**MADRID
3 y 4 de noviembre de 201**



76

Madrid

**Noviembre
2016**

ACTAS DE HORTICULTURA

**Comunicaciones Técnicas
Sociedad Española de Ciencias Hortícolas**

II JORNADAS DE VITICULTURA

COMUNICACIONES TÉCNICAS

**Editores
Pilar Baeza Trujillo
Luis Gonzaga Santesteban**

Madrid, 3-4 de noviembre de 2016

II Jornadas de Viticultura de la SECH 2016, 3-4 de noviembre 2016, Madrid

Editores:

Pilar Baeza Trujillo, Universidad Politécnica de Madrid

Luis Gonzaga Santesteban, Universidad Pública de Navarra

Memoria externa, 428 p.

Disponible en formato PDF

(Actas de Horticultura /Sociedad Española de Ciencias Hortícolas; Comunicaciones 76)

ISBN 978-84-617-6515-7

Colección Actas de Horticultura (Sociedad Española de Ciencias Hortícolas)

Primera edición: noviembre, 2016

Universidad Politécnica de Madrid

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas

ETSIAAB

Ciudad Universitaria

28040 Madrid

ISBN: 978-84-617-6515-7

Impreso en España - Printed in Spain

Maquetación: Katerina Kucerova, CEIGRAM

Ninguna parte de esta publicación, incluyendo el diseño general y el de cubierta, puede ser copiado, reproducido, almacenado o transmitido de ninguna manera ni por ningún medio, tanto si es eléctrico, como químico, mecánico, óptico, de grabación, de fotocopia, o por otros métodos, sin la autorización previa por escrito de los titulares del copyright.

Presentación

Este volumen de Actas de las II Jornadas de Viticultura de la SECH contiene los textos completos de las comunicaciones presentadas.

Las comunicaciones se han ordenado en secciones, coincidiendo éstas con las sesiones temáticas propuestas en las Jornadas. Esperamos que el orden propuesto facilite al lector la consulta de esta publicación.

Las secciones que se han considerado son las siguientes:

Sesión I. Caracterización agronómica y genética del material vegetal, moderada por D. José Miguel Martínez Zapater

Sesión II. Técnicas de cultivo para una viticultura sostenible, moderada por D. José Ramón Lissarrague García-Gutiérrez

Sesión III. Nuevas tecnologías al servicio de una viticultura de precisión, moderada por Dña. Paz Diago Santamaría

Sesión IV. Ecofisiología vitícola, moderada por D. Fermín Morales Iribas

Sesión V. Influencia del medio vitícola: *terroir* y cambio climático, moderada por D. Jesús Yuste Bombín

Todas las comunicaciones presentadas han sido revisadas antes de su publicación por el Comité Científico.

Esperamos que estas actas sirvan como revisión y fuente de información sobre los retos actuales a los que se enfrenta la viticultura en las distintas zonas vitivinícolas de España y que contribuya, por tanto, a que nuestro sector esté más preparado para afrontar los retos que nos planteen el mercado y los consumidores.

Queremos agradecer el esfuerzo de los autores en la redacción y revisión de los manuscritos de acuerdo a las normas de la SECH, al Comité Científico por su esfuerzo en revisar el gran número de trabajos presentados a estas II Jornadas de Viticultura de la SECH y al CEIGRAM por su colaboración en la preparación de estas Jornadas, con especial agradecimiento a Katerina Kucerova.

El Comité Organizador

Comité Organizador
Pilar Baeza Trujillo
L. Gonzaga Santesteban

En colaboración con Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales (CEIGRAM) y Fundación Premio Arce, Universidad Politécnica de Madrid



Comité Científico

Amelia Montoro
Carlos Miranda

Enrique García Escudero

José Escalona
Felicidad de Herralde
Felix Cabello

Gregorio Muñoz Organero
José Antonio Rubio Cano

M. Del Henar Prieto Losada

Javier José Cancela Barrio

José Manuel Mirás Avalos

Jesús Martínez

Jesús Yuste Bombín

José Miguel Martínez Zapater

Mar Vilanova

María Paz Diago Santamaría

Pilar Baeza Trujillo
L. Gonzaga Santesteban

Instituto Técnico Agronómico Provincial (ITAP).
Fruticultura y Viticultura Avanzadas. Dpto. de
Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra.
Jefe del Servicio de Investigación Vitivinícola
(Consejería de Agricultura de La Rioja). Vicedirector del
ICVV.

Universitat de les Illes Balears.
Horticultura Ambiental. IRTA Torre Marimon.
Director del Dpto. de Investigación Agroalimentaria.
Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural.
Agrario y Alimentario (IMIDRA). Comunidad de
Madrid.

Jefe de Servicio de investigación del IMIDRA.
Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León
(ITACYL).
Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de
Extremadura (CICYTEX).

Dpto. Ingeniería Agroforestal. EPS Lugo. Universidad
de Santiago de Compostela.

Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura
(CEBAS-CSIC), Campus universitario de Espinardo,
Murcia.

IRIAF. Centro de Investigación de la Vid y el Vino-
IVICAM.

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León
(ITACYL).

Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (Universidad
de La Rioja, CSIC, Gobierno de La Rioja) Finca La
Grajera.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
Misión Biológica de Galicia (MBG).

Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (Universidad
de La Rioja, CSIC, Gobierno de La Rioja) Finca La
Grajera, La Rioja.

Universidad Politécnica de Madrid.

Universidad Pública de Navarra.

II JORNADAS EN VITICULTURA DE LA SECH

COMUNICACIONES TÉCNICAS

Vehículo de inspección de cultivos. Reconstrucción 3D y 2D de un cultivo

A.Ribeiro¹, D. Andujar¹, J.M. Bengochea-Guevara¹, J. Conesa-Muñoz¹ y K. Cantuña¹

¹Centro de Automática y Robótica. CSIC-UPM. Arganda del Rey. 28500 Madrid. angela.ribeiro@csic.es

Resumen

El proyecto que se presenta en este artículo se estructura en torno a dos escenarios: los sistemas de producción de cereales de secano que prevalecen en el centro de España y los sistemas de viñedo basados en el uso de riego deficitario. Para ambos escenarios se está desarrollando un sistema de inspección compuesto por una plataforma móvil terrestre que integra un sistema multisensorial. La información proporcionada por los sensores se utiliza para la caracterización y el reconocimiento de las plantas de cultivo (cereales y vid) y malas hierbas. Además, se está trabajando en la fusión de la información adquirida en mapas 2D y 3D del cultivo con el propósito de generar la tecnología básica con la que construir un sistema de detección temprana de plagas que permita la realización de tratamientos eficaces que minimicen la cantidad de fitosanitario. Por último, se trabaja en la integración de un sistema de navegación autónoma con dos modos: 1) guiada por la información proporcionada por un receptor GPS con corrección RTK y 2) guiada por la detección visual en tiempo real de algún elemento de interés, como por ejemplo las líneas de cultivo.

Palabras clave: inspección viñedo y cereal, fusión sensorial, sensor Kinect v2.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los agricultores y productores en la UE dependen de los pesticidas químicos de amplio espectro, aunque sus efectos negativos conducen a la aparición de plagas secundarias y de resistencia. En este escenario aparece el concepto de Gestión Integrada de Plagas (GIP) que impulsa acciones encaminadas a lograr un uso sostenible de los pesticidas y en el que la monitorización/inspección continua de los cultivos es una tarea esencial. En campos pequeños los operarios pueden realizar la vigilancia, pero en grandes extensiones la inspección se reduce a observaciones de muestreo en puntos determinados. Así el desarrollo de tecnologías que permitan la inspección autónoma y continua de los cultivos es una cuestión pendiente de gran interés. En este artículo se presenta un vehículo autónomo de inspección compuesto por una plataforma móvil terrestre y un sistema multisensorial para recoger información con la que generar mapas 2D y 3D de las zonas muestreadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

La plataforma móvil (Figura 1) es un Renault Twizy modelo Urban 80; un vehículo eléctrico compacto (2,32m x 1,19m x 1,46m) que alcanza los 80 km/h con una autonomía de 80 km (3 horas y media de carga). Circula sin vibraciones a velocidades muy bajas (<3Km/h) lo que favorece la recogida de información sensorial de calidad.

En el primer prototipo se han integrado distintos sensores: 1) un sensor RGB-D desarrollado por Microsoft (Kinect v2), que utiliza tecnología de ToF (tiempo-de-vuelo) proporcionando, a 30Hz, tanto información de profundidad (distancia de la cámara a los objetos de la escena) con una resolución de 512×424 píxeles, como imágenes RGB con una resolución de 1920×1080 píxeles; 2) una cámara réflex Canon EOS 7D que captura 2 imágenes por segundo con una resolución de 2592×1728 píxeles; y 3) un receptor GPS Hemisphere R220 con corrección RTK que suministra 10 posiciones (error < 2 cm) por segundo.

El equipo se completa con un ordenador con procesador Intel Core i7-4771@3.5GHz, 16 GB de memoria RAM y una tarjeta gráfica NVIDIA GeForce GTX 660. Los sensores se conectan a través de distintos puertos USB.

La plataforma permite dos modos de navegación autónoma (Bengochea-Guevara et al., 2016): 1) guiada por la señal del receptor RTK-GPS (apropiada para cultivos de cereal o leñosos) y 2) guiada por la detección visual en tiempo real de las líneas del cultivo (apropiada para los cultivos que hay que evitar pisar, por ejemplo el maíz).

Con la información del sensor Kinect v2 y del receptor RTK-GPS se realiza la reconstrucción 3D mediante la fusión de imágenes consecutivas de profundidad y parcialmente solapadas. El algoritmo, que maneja grandes áreas (Niessner et al., 2013), integra una variante del algoritmo ICP (Iterative Closest Point) (Chen y Medioni, 1992) para estimar en cada imagen la posición y orientación de la cámara con el fin de alinear, reduciendo la deriva, la nueva imagen con el modelo digital (nube de puntos) construido hasta el momento. Los puntos de la nube se ajustan a las posiciones GPS. Así, la información de profundidad de la nueva imagen se fusiona con el modelo usando una media móvil ponderada a la vez que se actualiza la información de color RGB utilizando una media móvil exponencial. Una vez que se tiene la nube de puntos para una zona, mediante un algoritmo Marching Cubes (Lorensen y Kline, 1987) se obtiene el mallado que permite la reconstrucción 3D.

La detección de los rodales de malas hierbas y la estimación del estado del cultivo (cereal) y cubierta (viñedos) se realizan de forma automática (Ribeiro et al., 2005; Burgos-Artizzu et al., 2011) a través de las imágenes suministradas por la cámara Canon y de la señal del receptor RTK-GPS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las primeras pruebas con el sistema de inspección se realizaron en febrero de 2016 en los viñedos propiedad de Codorníu S.A. (Raimat, Lleida) y en un campo de cereal (Muller, Lleida).

La Figura 2 muestra un ejemplo de la información proporcionada por el sensor Kinect v2 que se situó a una altura aproximadamente de 1,4 m y a una distancia de la fila de aproximadamente 1 m. La reconstrucción 3D (Figura 3) mantiene las proporciones lo que permite estimar características de interés del cultivo (altura, volumen, etc.).

La cámara Canon se situó en la parte delantera del vehículo a una altura aproximada de 1 m y mirando hacia el suelo (45°). El propósito era capturar secuencias de imágenes para posteriormente construir un mapa 2D de la cubierta (viñedo) y del cultivo

(cereal), sobre el que determinar las áreas de las malas hierbas (cereal y viñedo) y estimar el estado el cultivo (cereal).

Ejemplos de las imágenes recogidas con la cámara Canon se muestran en la Figura 4. En la columna izquierda, las dos primeras imágenes corresponden a la cubierta del viñedo mientras la última es del campo de cereal. En la columna de la derecha se muestra el resultado de aplicar una segmentación basada en un índice de color. En el caso del viñedo, las zonas verdes son las malas hierbas a detectar, mientras que para el cereal la zona segmentada está formada por el cultivo y las malas hierbas que hay que separar (Ribeiro et al., 2005; Burgos-Artizzu et al., 2011).

CONCLUSIONES

El concepto de Gestión Integrada de Plagas (GIP) ha surgido en los últimos años con el objetivo de lograr un manejo sostenible reduciendo el impacto medioambiental. Una parte importante en un sistema de GIP es la monitorización del cultivo. Este trabajo muestra algunos resultados preliminares de la tecnología de monitorización/inspección de cultivos que se está poniendo a punto. En concreto una plataforma móvil de inspección, basada en un vehículo eléctrico, capaz de realizar la exploración en dos tipos de escenarios: cultivos anuales (maíz, cereal, etc.) y cultivos plurianuales (huertos, viñedos, etc.). Se ha comprobado el correcto funcionamiento del vehículo y de la dotación sensorial en los muestreos realizados en campos reales, generando mapas 3D y 2D de los cultivos

Agradecimientos

Proyecto de investigación AGL2014-52465-C4-3-R financiado por el MINECO.

Referencias

- Andújar, D., Dorado, J., Fernández-Quintanilla, C. and Ribeiro, A. 2016. An Approach to the Use of Depth Cameras for Weed Volume Estimation. *Sensors* 16(7):972.
- Bengochea-Guevara, J.M., Conesa-Muñoz, J., Andújar, D. and Ribeiro, A. 2016. Merge Fuzzy Visual Servoing and GPS-Based Planning to Obtain a Proper Navigation Behavior for a Small Crop-Inspection Robot. *Sensors* 16(3):276.
- Burgos-Artizzu, X.P., Ribeiro, A., Guijarro, M. and Pajares, G. 2011. Real-time image processing for crop/weed discrimination in maize fields. *Computers and Electronics in Agriculture* 75(2):337-346.
- Chen, Y. and Medioni, G. 1992. Object modelling by registration of multiple range images. *Image and Vision Computing* 10(3):145-155.
- Lorensen, W.E. and Cline, H.E. 1987. Marching cubes: A high resolution 3d surface construction algorithm. En *ACM SIGGRAPH Computer Graphics* 21(4):163-169.
- Niessner, M., Zollhöfer, M., Izadi, S. and Stamminger, M. 2013. Real-time 3D reconstruction at scale using voxel hashing. *ACM Transactions on Graphics (TOG)* 32(6):169.
- Ribeiro, A., Fernández-Quintanilla, C., Barroso, J. and García-Alegre, M.C. 2005. Development of an image analysis system for estimation of weed pressure. *Precision Agriculture* 5:169-174.

Figuras



Fig. 1. Plataforma de inspección.



Fig. 2. Sensor Kinect v2. Izquierda: imagen RGB. Derecha: representación en color de la profundidad.

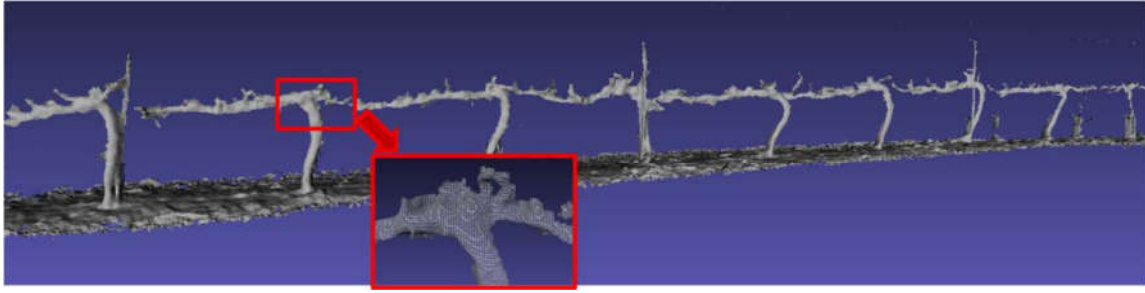


Figura 3. Reconstrucción 3D de parte de una fila de viñedo. Detalle del mallado obtenido a partir de la nube de puntos.

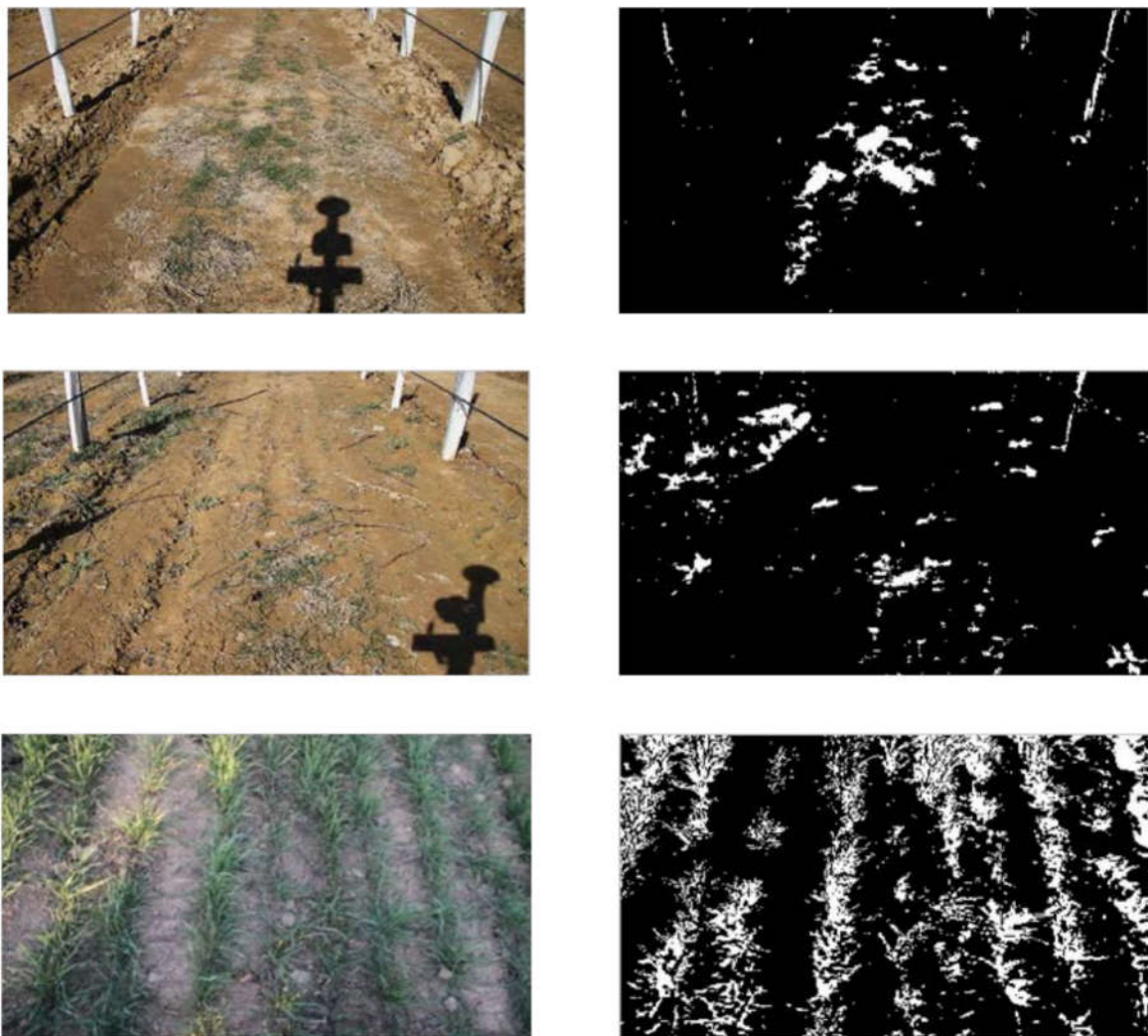


Figura 4. Ejemplos de imágenes RGB capturadas con la cámara Canon (columna izquierda) y ejemplos de segmentación de la capa vegetal (imágenes de la derecha).