

Robótica y Fenotipado de Alta Capacidad con Relevamiento de Datos en Campo. Aplicaciones en Agricultura de Precisión.

Eduardo Álvarez¹, Sandra Serafino¹, Benjamin Cicerchia², Claudia Russo¹,
Mónica Sarobe¹, Pablo Luengo¹, Adrian Jaszczyszyn¹, Hugo Ramón¹

¹Instituto de Investigación y Transferencia en Tecnología (ITT), Escuela de
Tecnología, Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires
(UNNOBA)

²Becario de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia. De Bs. As.
(CIC)

Sarmiento y Newbery (CP 6000), Junín, Buenos Aires, Argentina. Teléfonos (0236) 4636945/44
{eduardo.alvarez, sandra.serafino, benjamín.cicechia, claudia.russo, monica.sarobe, pabloluengom
adrianjaz, hugo.ramon}@itt.unnoba.edu.ar

Resumen

En la UNNOBA se está trabajando en la aplicación combinada de diferentes desarrollos tecnológicos y Agricultura de Precisión. Ambas áreas de estudio constituyen una herramienta fundamental para lograr un manejo adecuado y preciso del suelo y sus cultivos en base a su variabilidad dentro de un lote, permitiendo adaptarse a las exigencias de la agricultura moderna en el manejo óptimo de grandes extensiones.

El uso de herramientas tecnológicas orientadas al uso de imágenes y sensores (GPS, sensores, UAVs) en la agricultura de precisión, permite diferenciar variabilidad y características particulares de diferentes coberturas terrestres para mejorar la toma de decisiones en pos de obtener mayores rendimientos. En la actualidad se encuentran muchos trabajos de investigación que utilizan imágenes de sensado remoto (satélites, áreas)[1][2][3].

La presente línea de investigación pretende aportar desde otra perspectiva mediante el uso plataformas robóticas de sensado a campo y el uso de imágenes digitales capturadas con cámaras de luz visible, multi o hiper espectrales, térmicas, más la utilización de técnicas de procesamiento digital, con el fin de aportar un valor agregado a las tecnologías ya existentes en esta área. Esto permitirá mejorar el estudio de aspectos cualitativos y cuantitativos de diferentes tipos de cultivos en relación a su variabilidad fenológica, morfológica, fisiológica, temporal y espacial.

Palabras clave: Agricultura, Fenotipado, Robótica, Imágenes.

Contexto

Esta línea de investigación forma parte del proyecto “Tecnologías exponenciales en contextos de realidades mixtas e interfaces avanzadas.” aprobado por la

Secretaría de Investigación, Desarrollo y Transferencia de la UNNOBA en el marco de la convocatoria a Subsidios de Investigación Bianaules (SIB2015). A su vez se enmarca en el contexto de planes de trabajo aprobados por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires y por la Secretaría de Investigación de la UNNOBA en el marco de la convocatoria “Becas de Estudio Cofinanciadas 2015 CIC Universidades del interior bonaerense”.

A esto se suma el proyecto “Fenotipado de Alta Capacidad con Relevamiento de Datos en Campo” el que se encuentra actualmente en desarrollo. Este es un trabajo conjunto entre la Secretaría de Investigación, Desarrollo y Transferencia de la UNNOBA y el INTA, Estación Experimental Pergamino.

El proyecto se desarrolla en el Instituto de Investigación en Tecnologías y Transferencia (ITT) dependiente de la mencionada Secretaría, y se trabaja en conjunto con la Escuela de Tecnología de la UNNOBA.

El equipo está constituido por profesionales de ambas instituciones, UNNOBA e INTA. Por parte de la UNNOBA intervienen docentes e investigadores pertenecientes al ITT, al Departamento de Ciencias Agrarias, Escuela de Ciencias Agrarias así como también, estudiantes de las carreras de Informática de la Escuela de Tecnología de la UNNOBA. Y por parte del INTA, intervienen; Mejoradores Genéticos, Ecofisiólogos e Ingenieros Agrónomos.

Introducción

La Agricultura de Precisión es el resultado del avance de la tecnología en todo lo que sea siembra de precisión, relevamiento de datos a campo y manejo de grandes volúmenes de datos en un tiempo limitado, tal que las conclusiones obtenidas sean aplicables al siguiente ciclo de siembra. La condición de relevamiento a campo es excluyente, ya que está demostrado que los desvíos que se producen en mediciones hechas en cultivos en ambientes controlados hacen inviables su extrapolación a situaciones de siembra en condiciones reales de producción. Aquí, las aplicaciones basadas en robótica móvil tanto aérea como terrestre, toma y procesamiento de imágenes, y procesamiento masivo de datos, juegan un papel central. [3,4]. Necesitamos entonces desarrollar Plataformas de Fenotipado de alto rendimiento y gran caudal de datos.[1]

En relación al desarrollo tecnológico en esta área, tanto el sensado remoto de imágenes, como el sensado de otro tipo de señales (temperatura, distancia, posicionamiento, etc.) han sido y siguen siendo un aporte muy importante [5,6].

En particular, en el área de imágenes, los mayores desafíos, entre otros, se encuentran en el procesado y análisis de grandes volúmenes de datos compuestos obtenidos de diferentes sensores, y mejorar la resolución espacial lo que nos va a permitir trabajar con mayor nivel de detalle (necesario para el tipo de datos que se desean relevar). Dado que el tipo de procesamiento de imagen requerido, está fuertemente ligado a la naturaleza del rasgo buscado, la resolución con la que pueda captarse la escena y sus objetos de interés es muy importante. Esto impacta directamente en el correcto estudio y

selección de los sensores y mecanismos utilizados para su recolección [7]. Mejorar los mecanismos de captura de datos redundará sin duda en la reducción de los costos computacionales asociados al preprocesamiento y al procesamiento y posterior análisis, propiamente dicho.

Particularmente optaremos por no utilizar sensado remoto, sino desarrollar una plataforma robótica que nos permita garantizar esta condición, con el objetivo de mejorar el procesamiento y análisis posterior de la escena obteniendo los resultados deseados a campo.

La información a recolectar incluye datos sobre el rendimiento del cultivo, nutrientes y otras propiedades del suelo, nutrientes de los cultivos, volumen del follaje y la biomasa, contenido de agua, y posible existencia de plagas (enfermedades, malezas e insectos), entre otros.

Una vez obtenido un conjunto de imágenes normalizadas (misma escena, con variabilidad temporal, resolución espacial requerida, diferentes estados evolutivos del cultivo, etc.), se aplicarán en función del resultado esperado, diferentes técnicas de procesamiento digital, sobre la base de conocimiento aportada por los expertos. Estas técnicas se seleccionarán teniendo en cuenta tanto la problemática particular a resolver, como el volumen de datos recolectado, optimizando los costos computacionales involucrados. No sólo se desarrollarán las herramientas tecnológicas necesarias sino que se utilizarán todas aquellas existentes que aporten a la solución requerida como por ejemplo, el uso de diferentes tipos de índices de vegetación, (NDVI-Normalized Difference Vegetation Index-, SAVI-Soil Adjusted Vegetation Index -, entre otros) [8].

En lo referente al uso de plataformas móviles para fenotipado a campo se debe tener en cuenta que la plataforma debe tener capacidades tales como medición de variables ambientales como ser temperatura y humedad, sensado de presencia de vegetación para el caso de utilizar guiado por imagen, capacidad de ubicación y orientación espacial, autonomía de marcha garantizada con el uso de paneles solares, sistema de guía y captura de imagen posible de operar en modo de trabajo manual, semiautomático y automático.

Dado el volumen de información esperado, se prevé que la plataforma tendrá capacidad de captura, procesamiento y almacenamiento de información en soportes removibles. La plataforma además debe ser de operación segura para la vida humana y todos sus dispositivos operar con baja tensión de alimentación. Otras condiciones a obtener para todos los sistemas de la plataforma son; la facilidad de operación, la replicabilidad constructiva, bajo costo de operación y mantenimiento, y en general, confiabilidad para todos los mecanismos de hardware y software involucrados. No se descarta el hecho de necesitar operar varias plataformas en forma simultánea para acortar los intervalos de medición pudiendo cubrir más de un ensayo como alternativa a distintas propuestas comerciales disponibles hoy en el mercado de muy alto costo [10]. En el caso de requerir tomas aéreas complementarias, se prevee además el uso de naves no tripuladas como multicópteros y alas volantes.

Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

Las líneas de investigación que se proponen son:

- Diseño y fabricación de plataformas de fenotipado a campo.
- Navegación autónoma en ambientes no controlados (campos).
- Diseño y desarrollo de redes de sensores de bajo consumo para captura de datos.
- Desarrollo y normalización de un proceso de captura de datos de diferentes sensores.
- Estudio y desarrollo de técnicas de procesamiento y análisis digital de imágenes para grandes volúmenes integrados de datos.

Se proyectan además trabajos futuros sobre estas líneas de investigación, en el marco del Programa Iberoamericano CYTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo) [9] y la Red Iberoamericana para fortalecer la sostenibilidad agroalimentaria mediante el desarrollo de la Inteligencia Organizacional (RISADIO), en conjunto con Cuba.

Resultados y Objetivos

El avance de la tecnología en los últimos años ha ido abarcando diferentes disciplinas, entre las cuales la agricultura no es la excepción. En la actualidad la Agricultura de Precisión ha ido incorporando tecnologías de la información y la comunicación para dar soporte a diferentes mediciones.

El estudio fenotípico como parte de la AP ha comenzado a utilizar la tecnología para la medición de las diferentes características que el cultivo posee lo que

lo hace un campo de investigación con un gran potencial de desarrollo a futuro. En este sentido surgen constantemente nuevas mediciones y la necesidad de la utilización de diferentes tecnologías para resolver nuevos desafíos.

Como resultado del trabajo de investigación y desarrollo indicado en las líneas mencionadas, se espera obtener una plataforma de *fenotipado de alto caudal a campo* que sea sencilla, fácil de operar, que sea replicable y que tenga el menor costo posible, y la mayor disponibilidad de sensores [11].

Formación de Recursos Humanos

En esta línea de I/D se espera concluir con un trabajo de Prácticas Profesionales Supervisadas de la Ingeniería en Informática e iniciar la dirección, realización de dos trabajos de posgrado, y una Beca de Estudio Cofinanciada otorgada por la **Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) y la UNNOBA**. Asimismo se espera desarrollar dos tesis doctorales y dos tesinas de grado, dirigidas por miembros de este proyecto

Referencias

- [1] Araus J., Cairns, Jill. (2014). **Field high-throughput Phenotyping: the new crop breeding frontier**. Department of plant Biology, Unit of Plant Physiology, University of Barcelona, Spain. CIMMYT Southern Africa Regional Office, Harare, Zimbabwe.
- [2] Breccia G., Nestares G. **Next-generation phenotyping in plants: old problems, new promises**. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. Consejo Nacional de

- Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).*
- [3] Delrieux C., et al. (2014). **Ortomosaicos utilizando Imágenes Aéreas tomadas por Drones y su aplicación en la Agricultura de Precisión.** Laboratorio de Ciencias de las Imágenes, Universidad Nacional del Sur. EEA Manfredi.
- [4] Delalieux S. et al. (2014). **Unmixing-Based Fusion of Hyperspatial and Hyperspectral Airborne Imagery for Early Detection of Vegetation Stress.** *IEEE Journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing*, VOL. 7, NO. 6, JUNE 2014
- [5] Berni J.A.J. et al. **Remote sensing of vegetation from UAV platforms using light weight multispectral and thermal imaging sensors.** *Quantalab, Instituto de Agricultura Sostenible (IAS), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), 14004 Cordoba, Spain*
- [6] Calderón R. et al. (2014). **Detection of downy mildew of opium poppy using high-resolution multi-spectral and thermal imagery acquired with an unmanned aerial vehicle.** *Precision Agriculture. An International Journal on Advances in Precision Agriculture. ISSN 1385-2256. Volume 15. Number 6.*
- [7] Lee, W.S. et al. (2010) **Sensing technologies for precision specialty crop production.** *Computers and Electronics in Agriculture.* 74, 2-33.
- [8] Díaz García-Cervigón, J. J. (2015) **Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión.** *Universidad Complutense de Madrid*
- [9] CYTED. <http://www.cyted.org>
- [10] LEMNATEC. <http://www.lemnatec.com>
- [11] MSc. Torres Clayton J, et al (2012). **Kinematic study of an agricultural robotic platform.** *Universidade de São Paulo. Brasil. Universidad Industrial de Santander. Colombia.*