

## Sistema de detección malezas y cultivos\*

Oscar Goñi<sup>1</sup>, José Noguera<sup>2</sup>, Lucas Leiva<sup>1</sup>, and Marcelo Tosini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LabSET, INTIA, Fac. de Cs. Exactas, UNICEN, 7000 Tandil, Argentina  
oegoni@labset.exa.unicen.edu.ar  
<http://www.labset.exa.unicen.edu.ar>

<sup>2</sup> Departamento de Computación y Sistemas, Fac. Cs. Exactas, UNICEN, 7000 Tandil, Argentina

**Abstract.** Este trabajo resume la experiencia de colaboración Universidad - Empresa en el desarrollo de un Sistema de Visión Artificial para la detección de malezas. A diferencia de otros enfoques, se implementa un clasificador que incentiva a la reducción en la aplicación de agrotóxicos al mínimo e incluso a la extracción mecánica de la maleza. El proyecto es realizado por Redimec SRL y Grupo LabSET perteneciente a la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires en el marco del Programa de Financiamiento FASE CERO de la Fundación Manuel Sadosky.

**Keywords:** Visión Artificial · Detección de malezas · Agroecología

### 1 Introducción

La agricultura de precisión es un área de sumo interés en la República Argentina. Durante las últimas décadas, la maquinaria agrícola y el sector agropecuario en general, ha incorporado tecnología de punta para aumentar el rinde en la producción. Sin embargo, la fumigación es una de las principales etapas del cultivo que se mantiene obsoleta. Si bien ya se encuentran disponibles tecnologías para estabilización y control de la aspersión, generalmente la maquinaria agropecuaria termina pulverizando el producto de forma homogénea sobre el área de cultivo para asegurarse que la maleza sea eliminada [6]. En este punto, el mayor impacto del proceso no es la pérdida del 80% de producto (costo económico) sino el impacto ecológico que significa ese porcentaje desperdiciado [1, 5].

En paradigmas de producción agroecológica, se han realizado avances en la eliminación mecánica de malezas ya sea por cauterización o por arranque [3]. De este modo, resulta claro que tanto sea para la reducción de herbicidas como para la aplicación de técnicas de eliminación directas, es necesario contar con tecnología que permita la detección con exactitud de la maleza. En este sentido, la tipología del problema se ajusta de manera adecuada al uso de un sistema de clasificación basado en procesamiento de imágenes, el cual además de identificar las malezas, permita identificar el cultivo en crecimiento, y de esta manera que la maquinaria no solo pueda aplicar herbicida, sino también fertilizante.

---

\* Financiado por Fundación Sadosky - Programa FaseCero 2018.

Si bien existen soluciones disponibles que abordan el problema, como Trimble WeedSeeker [7], el desarrollado por INTA [4], o WEEDit [8], estos sensores no permiten distinguir entre malezas y cultivos, y pueden ser utilizados solamente en etapas de barbecho. Una solución diferente es la presentada por DeepAgro [2], la cual permite la clasificación de malezas y cultivos independientemente del estadio fenológico pero solamente en sembrados de soja. En este trabajo se abordó una solución que permita identificar las malezas de acuerdo a su ubicación en el campo, generalizando la solución a diferentes cultivos y diferentes estadios fenológicos.

## 2 Participantes

El presente proyecto surge del primer contacto entre los siguientes participantes.

- Grupo Empresa: Redimec es una empresa cuyo objetivo es brindar soluciones integrales en distintos ámbitos a través de la utilización y creación de tecnología de avanzada. En este proyecto, el soporte electrónico fue proporcionado por su sector de desarrollo.
- Grupo Académico: El Laboratorio de Sistemas Embebidos de Tandil (LabSET) centra su trabajo en la investigación y el desarrollo de soluciones Embebidas. Su objetivo es la formación continua de recursos humanos en la temática, manteniendo un nivel tecnológico competitivo, y la participación junto a empresas privadas y públicas.

Luego de analizar de manera conjunta las necesidades de los sectores productivos del país y las limitaciones de la tecnologías existentes se decidió abordar el tema de detección de malezas.

## 3 Planificación y desarrollo del proyecto

El proyecto se ejecutó en tres etapas que se describen en las siguientes subsecciones.

### 3.1 Etapa 1 - Análisis del problema y requerimientos

Partiendo que la detección de malezas se realizará mediante visión artificial, el objetivo es analizar que características de las imágenes de entrada. Para esto es necesario considerar características del entorno y las características del vehículo. Basados en información sobre las malezas presentes en los campos argentinos, se conoce morfología, altura y posición de las malezas a identificar. Por otra parte, se realizó un análisis de la dinámica de los vehículos que transportarán la plataforma. Mediante cálculos empíricos se calculan parámetros que optimizan la detección como velocidad de captura, posición de la cámara, tamaño relativo de la imagen y tamaño del píxel. Estos parámetros se utilizaron para implementar una plataforma de captura de imágenes con la cual se recolectan más de 2000 fotografías que cumplan con las características necesarias.

### 3.2 Etapa II - Diseño de algoritmo de clasificación

Considerando los diferentes tipos de vegetaciones que se pretendía clasificar, los expertos advirtieron que en ciertos casos, aun bajo la evaluación del ojo humano entrenado o un análisis espectral, no es trivial diferenciar una maleza de un cultivo. De esta forma, especialistas recomendaron realizar el reconocimiento basado en ideas simples:

“Si la vegetación detectada se encuentra fuera del surco, se trata de una maleza en crecimiento o un cultivo que no fue debidamente sembrado. Si fuese un cultivo, este posee bajas probabilidades de desarrollarse debido a que no se encuentra a una profundidad suficiente para su desarrollo. Si la vegetación se encuentra dentro del surco, se trata de un cultivo o una maleza en desarrollo. En caso de tratarse de una maleza, esta carece de chances de desarrollarse ya que, una vez crecido el cultivo, éste la cubrirá inhibiendo la entrada de luz y humedad. Al mismo tiempo, toda maleza que no sea controlada fuera del surco, semillará, se reproducirá y, en algunos casos, se hará más resistente.”

La etapa se centra entonces en implementar en un lenguaje de alto nivel un algoritmo capaz de realizar detección de surcos y así, delimitar el área de búsqueda. De esta forma, si se detecta cualquier tipo de vegetación en el área, ésta es marcada para aplicación. El algoritmo desarrollado en esta etapa cumplió con las características necesarias para ser implementado en hardware a través de herramientas de síntesis de alto nivel (HLS) [9].

### 3.3 Etapa III - Implementación de plataforma

La etapa partió con un algoritmo implementado en HLS que al ejecutarlo en una computadora, realiza la detección de malezas sobre imágenes de sembrados. El objetivo principal de la tercer etapa fue implementar una arquitectura hardware basada en SoC FPGA, que combina la naturaleza secuencial de los microprocesadores, con la paralela de las FPGAs. En esta etapa se desarrolló la plataforma hardware y se sintetizó el algoritmo desarrollado en la etapa previa.

Desafortunadamente, y por causas ajenas a la voluntad de ambos equipos, el fumigador móvil donde se implementaría la plataforma, no se encontraba disponible al momento de las pruebas. Es por eso que se implementó un móvil de tracción manual donde montar la plataforma. Este dispositivo cuenta además con electrónica adicional para realizar correcciones sobre la posición de captura de la imagen.

## 4 Resultados

### 4.1 Resultados técnicos

Los resultados obtenidos en la segunda etapa consideran la vegetación fuera de los surcos del sembrado como indeseada. Estos resultados, no solo lograron el objetivo de la etapa, sino que alentaron a ambos equipos de desarrollo y a los especialistas a continuar trabajando sobre esta dirección. Las imágenes

de la Etapa II realzan malezas detectadas por la plataforma, que no hubiese sido fácil detectar a simple vista en las imágenes. Finalmente, las aceleraciones logradas utilizando la tecnología FPGA SoC cumplieron el objetivo de velocidad de procesamiento. De todas formas, el grupo académico considera que hay varios detalles en la implementación que merecen un análisis más riguroso para lograr, aún, mejores resultados.

## 4.2 Resultados de colaboración

Este proyecto representa el primer contacto de desarrollo entre participantes provenientes de ámbitos con diferentes enfoques de trabajo interactúen y compartan experiencias. Por un lado, el equipo académico presenta alta capacidad de producción científica. Por otro lado, el equipo empresa presenta destrezas en aplicar metodologías y herramientas que optimizan su sector productivo. A continuación se destacan las experiencias de interacción que, si bien marcan diferencias en las formas de abordar proyectos, sirven como aprendizaje para ambos grupos.

## 4.3 Grupo académico

Utilizar metodologías, como por ejemplo Scrum, permitió al el grupo académico estar integrado en cada iteración y participar de forma natural en el desarrollo del proyecto. Además, se presentaron dos prácticas profesionales supervisadas, realizadas por estudiantes alumnos de la carrera Ingeniería de Sistemas de la UNICEN enmarcadas en el proyecto, siendo ésta una experiencia enriquecedora para los estudiantes.

## 4.4 Grupo empresa

El desarrollo de productos nace a partir de la posibilidad de satisfacer un problema puntual. En algunos casos, el desarrollo consiste en integración y adaptación de tecnologías y en otras en el desarrollo de tecnología propia que implementa soluciones conocidas. La interacción con el grupo académico permitió: aprender a desarrollar soluciones considerando el método experimental, realizar implementaciones partiendo de desarrollos teóricos y aplicar métricas para evaluar resultados.

## 5 Conclusiones y trabajo futuro

El proyecto, si bien es un demostrador tecnológico funcional, aún carece de ciertas características para la industrialización. Por ejemplo, el montaje de las placas fue acorde para realizar las pruebas, pero deberían realizarse ensayos mecánicos y reformular el diseño electrónico para que sea resistente a las vibraciones presentes en máquinas agrícolas.

En la versión entregada del proyecto, la salida del algoritmo consta de coordenadas que indican comienzo y fin de áreas a aplicar. La interacción con sistemas existentes o futuros no fue considerada y debería tratarse. Una versión mejorada debería incluir mensajes en protocolo ISO-BUS, presente en la actualidad en las maquinarias de precisión.

El sistema de visión artificial implementado como parte del proyecto, utiliza imágenes provenientes de una cámara de video con los canales Rojo, Verde y Azul dentro del espectro visible, lo que podría necesitar que la escena deba mantener una iluminación controlada. Un trabajo futuro podría incorporar una cámara multispectral de manera tal que la imagen procesada sea totalmente independiente de la iluminación. El costo de estos dispositivos es relativamente alto (al menos para el proyecto) por lo cual no pudo ser incluida en esta versión.

## References

1. Chamorro, A., Sarandón, S., et al.: Environmental impact analysis of crop sequences change in tres arroyos (buenos aires, argentina). *Revista de la Facultad de Agronomía (La Plata)* **116**(1), 89–99 (2017)
2. DeepAgro: Deepagro - precision spraying. <https://www.deepagro.co/>, (Accessed on May 2020)
3. Esehaghbeygi, A., Tadayyon, A., Besharati, S.: Comparison of electrostatic and spinning-discs spray nozzles on wheat weeds control. *Journal of American Science* **6**(10), 529–533 (2010)
4. INTA: Detector de malezas — laboratorio de agroelectrónica—inta. <http://agroelectronica.inta.gob.ar/node/10>, (Accessed on May 2020)
5. Romano Armada, N., Amoroso, M.J.d.R., Rajal, V.B.: Effect of glyphosate application on soil quality and health under natural and zero tillage field conditions (2017)
6. Scursoni, J.A., Vera, A.C.D., Oreja, F.H., Kruk, B.C., de la Fuente, E.B.: Weed management practices in argentina crops. *Weed Technology* **33**(3), 459–463 (2019). <https://doi.org/10.1017/wet.2019.26>
7. Solutions, T.A.F.: Weedseeker. <https://agriculture.trimble.com/precision-ag/products/weedseeker/?lang=es-ar>, (Accessed on May 2020)
8. Weed-it: Precision spraying - weed sprayer. <https://www.weed-it.com/>, (Accessed on May 2020)
9. Xilinx, V.H.: Vivado design suite user guide high-level synthesis (2020)