



TIES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior

INTELIGENCIA ARTIFICIAL AL SERVICIO DE LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES DE DÁTIL EN MÉXICO

DOI: 10.22201/dgtic.26832968e.2023.8.7

Juan Pablo García Vázquez (pablo.garcia@uabc.edu.mx)
Dalila Blanca Pérez Pérez (dalila.perez9@uabc.edu.mx)
Héctor Zatarain Aceves (hector.zatarain@uabc.edu.mx)
Jesús Eduardo Soto Vega (soto.jesus@uabc.edu.mx)
Edwin R. García Curiel (edwin.garcia.curiel@uabc.edu.mx)
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja
California (UABC), Mexicali, Baja California, México

Ricardo Salomón Torres (ricardo.salomon@ues.mx)
Universidad Estatal de Sonora (UES), San Luis Rio Colorado,
Sonora, México

<http://www.ties.unam.mx/>

Fecha de recepción: julio de 2023 • Fecha de publicación: noviembre, 2023

Noviembre 2023 | número de revista 8 • ISSN 2683-2968

Acervos Digitales, Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, UNAM

Esta obra está bajo licencia de Creative Commons
Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

INTELIGENCIA ARTIFICIAL AL SERVICIO DE LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES DE DÁTIL EN MÉXICO

Resumen

El cultivo de la palma datilera en México se ha incrementado durante los últimos años, convirtiéndose en el tercer mayor productor de la variedad Medjool a nivel mundial. Sin embargo, los pequeños productores se enfrentan a varios retos en la recolección, clasificación y el empaque de este fruto, debido a que son procesos que se realizan principalmente de manera manual. El principal problema se presenta en la clasificación, donde se busca una correcta selección de la fruta a través de la identificación de diversos parámetros de calidad, como el estado de madurez. Una inapropiada selección del fruto, puede ocasionar muchas desventajas para el agricultor en su comercialización, siendo un sistema de visión artificial una posible alternativa de solución. Para poder procesar un alto volumen de información, fue necesario apoyarse en la infraestructura Huawei, en este caso se utilizó la arquitectura DaVinci la cual es diseñada exclusivamente para cómputo de inteligencia artificial (AI). Las principales contribuciones del proyecto fueron el desarrollo de aplicaciones de AI para apoyar a los pequeños productores de dátíl en sus actividades de selección y clasificación. Así como, la generación de recurso humano especializado en el área de inteligencia artificial.

Palabras clave:

dátíl Medjool, nivel de madurez, inteligencia artificial, Mindspore, arquitectura Da Vinci.

AUTONOMOUS ROBOT FOR STRAWBERRY DETECTION AND CLASSIFICATION IN CROP FIELDS THROUGH DEEP LEARNING

Abstract

Date palm cultivation in Mexico has increased in recent years, making it the third largest producer of the Medjool variety in the world. However, small growers face several challenges in the harvesting, sorting and packing of this fruit, since these processes are mainly carried out manually. The main problem occurs in grading the product, where a correct selection of the fruit is sought through the identification of various quality parameters, such as the state of maturity. Poor selection of fruit for commercialization can cause many problems for the farmer, which makes an artificial vision system a viable alternative solution. In order to process a high volume of information, it was necessary to rely on Huawei's infrastructure, the DaVinci architecture, designed exclusively for artificial intelligence (AI) computation. The main contributions of the project were the development of AI applications to support small date producers in their sorting and grading activities. As well as the generation of human resources specialized in the area of artificial intelligence.

Keywords:

Medjool date, ripeness level, artificial intelligence, Mindspore, Da Vinci architecture.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL AL SERVICIO DE LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES DE DÁTIL EN MÉXICO

1. Idea de proyecto

El proyecto surge a partir de la preocupación de la Universidad Autónoma de Baja California, por contribuir en la solución de problemáticas locales y regionales. Una estrategia del departamento de posgrado fue generar reuniones para fomentar la vinculación con diversos sectores (p. ej. turístico, industrial y agrícola). En estas reuniones se atendieron las necesidades y problemáticas de diversos sectores productivos.

Con respecto a los pequeños productores de palma datilera del Valle de Mexicali, se identificó que se enfrentan a varios retos en lo que respecta a la recolección, clasificación y empaque del dátil Medjool, derivado a que estas actividades se realizan principalmente de forma manual (ver Figura 1). El desarrollo de este trabajo implica el uso de mano de obra especializada,

alta rotación, largas jornadas laborales, realizar tareas repetitivas, lo cual provoca errores en la correcta inspección de los atributos de calidad de la fruta, como su color (nivel de madurez), tamaño y textura.

El proceso de cosecha del dátil Medjool, consiste en que los recolectores de fruta escalan a la palma, agitan el racimo para que los dátiles maduros se desprendan y caigan en los contenedores. Esta actividad puede provocar que la fruta madura sufra daños en su textura o que se cosechen frutos en etapas previas a la maduración (ver Figura 2). Después los dátiles se colocan en bandejas, donde se separan los inmaduros y se agruparán en otras bandejas para exponerlo a la luz solar, para que continúen con su proceso de deshidratación, hasta que alcancen su plena madurez. Una inapropiada selección

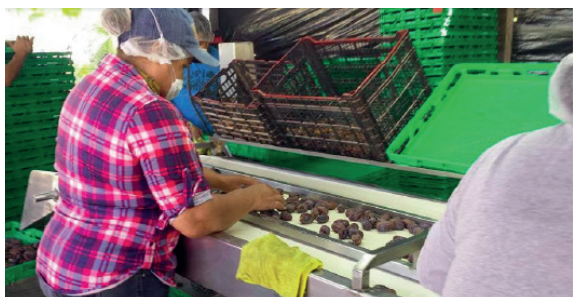


Figura 1. Trabajadores seleccionando de forma manual el dátil Medjool.



Figura 2. Máscara obtenida del proceso de binarización, seguida de dilatación, erosión y aplicación de la máscara a la imagen RGB original.

del fruto puede ocasionar muchas desventajas para el agricultor en su comercialización.

El fruto de menor tamaño o dañados, comúnmente son separados principalmente para elaborar subproductos de dátil y en menor medida para consumo animal. Finalmente, la clasificación por tamaño de los dátiles Medjool y que tienen el grado de madurez requerido, son empacados en diversas presentaciones de peso en cajas de cartón.

Existen diversos trabajos en la literatura que han propuesto tecnología para apoyar a los pequeños productores de dátil, en los procesos de clasificación y selección. Por ejemplo, en [1] se propuso un sistema de visión computacional que utiliza imágenes RGB con dátiles. A partir de estas imágenes, se extrae automáticamente características externas de calidad en este fruto. Basándose en las características extraídas, clasifica los frutos en tres categorías de calidad definidas por expertos, las cuales fueron utilizadas para entrenar a una red neuronal, obteniéndose una precisión del 80%. De manera similar, en [2] diseñaron e implementaron un sistema de visión artificial para la clasificación auto-

mática de dátiles. Este sistema ayudó a medir el tamaño de la fruta y la deslaminación de la piel. La prueba de producción ha demostrado una mejora en la precisión de la clasificación de aproximadamente un 10% con respecto a la clasificación manual. Asimismo, se redujeron los costos por concepto de mano de obra en casi un 75% (sólo se requirieron 15 trabajadores en lugar de 60, lo cual equivale entre 2,800 y 3,600 USD al día, de acuerdo con los salarios mínimos por hora de los trabajadores) y se acortó el tiempo de procesamiento para la clasificación

Determinar el estado de madurez del dátil Medjool mediante métodos tradicionales de procesamiento de imágenes y métodos de aprendizaje automático es complicado. Esto se debe a que estos métodos están entrenados para extraer características del fruto como su apariencia, color (asociadas a los estados de madurez), la forma y la textura [2,3]. Sin embargo, no existen estudios en los que se haya realizado una extracción de características o un modelo predictivo para la clasificación de dátil variedad Medjool, en los cuales se describa que se utilice un sistema de visión artificial. Además, los modelos recientes no pueden determinar la clasificación de Medjool porque este fruto se cosecha, se clasifica, se empaca y se consume en su fase de Tamar (ver Figura 3).

2. Equipo de Trabajo

Para realizar el proyecto, se integró un equipo multidisciplinario de investigadores de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Campus Mexicali y de la Universidad Estatal de Sonora (UES). El perfil de los integrantes es presentado en la Tabla 1.



Figura 3. Dátil Medjool en diversos niveles de madurez (DPP días posteriores de la polinización).

Tabla 1. Investigadores y estudiantes involucrados en el proyecto

Nombre	Especialidad	Cuerpo Académico - Programa Educativo
Ricardo Salomón Torres	Doctor en Ciencias especializado en genómica, biotecnología y ciencia de datos, asimismo es reconocido por su trabajo de investigación en la palma datilera y el dátil variedad Medjool.	Biotecnología y Desarrollo Sustentable.
Juan Juan Pablo García Vazquez	Doctor en Ciencias con interés en la agricultura de precisión, inteligencia artificial, visión artificial, minería de datos, interacción humano computadora.	Tecnología para ambientes inteligentes - Licenciado en Sistemas Computacionales (LSC).

Nombre	Especialidad	Cuerpo Académico - Programa Educativo
Héctor Zatarain Aceves Jesús Eduardo Soto Vega Edwin R. García Curiel	Doctor en Ciencias de la computación con conocimientos en diversas áreas de la inteligencia artificial, tales como redes neuronales, lógica difusa, algoritmos bioinspirados, aprendizaje automático y profundo.	Licenciado en Sistemas Computacionales.
Dalila Blanca Pérez Pérez	Estudiante de Doctorado en ciencias quien cuenta con estudios de Ingeniero agrónomo con maestría en producción animal.	Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería (MyDCI).

3. Infraestructura utilizada para el proyecto

Existen una gran diversidad plataformas tecnológicas que permiten el desarrollo de proyectos de inteligencia artificial, por ejemplo, Google AI Platform, TensorFlow, Microsoft Azure, por mencionar algunas. Estas plataformas se caracterizan por permitir crear, implementar y administrar modelos computacionales con código abierto (p ej. Python). Así como por proveer servicios a desarrolladores poco experimentados con fines específicos, tales como procesamiento de lenguaje natural, visión artificial, análisis de datos. El cómputo ofrecido por estas plataformas comúnmente emplea CPU o GPU, los cuales tienen diferentes arquitecturas y se construyeron con propósitos diferentes. La CPU es adecuada para una amplia variedad de cargas de trabajo, especialmente aquellas en las que la latencia o el rendimiento por núcleo son importantes. La CPU es un potente motor de ejecución y centra su reducido número de núcleos en tareas individuales y en realizar las tareas rápidamente. Por tanto, resulta especialmente buena para tareas que van desde la computación en serie hasta la ejecución de bases de datos [4]. Mientras que, la GPU es un circuito integrado para aplicaciones específicas, por ejemplo, acelerar las tareas específicas de renderización en 3D. Recientemente, las GPU han evolucionado para convertirse también en procesadores paralelos de uso más general, por lo que manejan una gama cada vez más amplia de aplicaciones [4]. Sin embargo, ni la CPU ni la GPU fueron diseñadas para realizar cómputo de inteligencia artificial. Por tanto, pueden resultar ineficientes para el cómputo de IA que se basa comúnmente en redes neuronales convolucio-

nales (CNN) que internamente realizan operaciones masivas de multiplicación de matrices o vectores.

Huawei desarrolló la arquitectura Da Vinci específicamente para cómputo de inteligencia artificial. Esta arquitectura proporciona unidades de cómputo escalar, vectorial y cúbicas [5]; operaciones comúnmente realizadas por las redes neuronales convolucionales. La arquitectura utiliza los procesadores Ascend, por ejemplo, Ascend 910 que se encuentran en servidores que pueden ser usados para entrenar y evaluar modelos basados en redes neuronales convolucionales. Por esta razón participamos en la convocatoria Alianza Huawei-UNAM, ya que, a diferencia de otras convocatorias que ofrecen recursos económicos, en la convocatoria Alianza se otorgaban recursos físicos (hardware), concretamente acceso a horas de procesamiento para entrenamiento y evaluación de modelos en servidores Huawei con procesadores Ascend. Los equipos disponibles eran Atlas 800 (Modelo 9000), Huawei Atlas 800 (Modelo 3010) o Huawei Thetaishan (Modelo 2280). Además, ofrecían recursos lógicos (software) y capacitación en temas relacionados con la inteligencia artificial, aprendizaje automático y profundo, certificaciones de nube Huawei, tales como Huawei Certified ICT Associate (HCIA), Huawei Certified ICT Professional (HCIP), Huawei Certified ICT Expert (HCIE) y talleres de innovación centrada en las personas (Design Thinking).

4. Oportunidades y lecciones aprendidas

El participar en la convocatoria Alianza Huawei-UNAM nos dejó varios aprendizajes. En la investigación, aprendimos a elaborar propuestas de investigación utilizando

una metodología de innovación centrada en las personas. Aplicar la metodología nos ayudó a identificar el impacto socio-ambiental del proyecto, describir el problema central, determinar sus causas y objetivos, definir el segmento meta y actores clave, así como su nivel de involucramiento. Lo anterior, permitió generar un plan de investigación para identificar la naturaleza y contexto de la problemática que se pretende resolver. Así como articular las metas del proyecto con indicadores alineados a los objetivos de desarrollo sustentable y medios de verificación. Finalmente, aprendimos a plantear una propuesta de valor que pudiera ser transmitida a diversas audiencias.

En lo que respecta a capacitación consideramos que es necesario reforzar los conocimientos de los participantes con respecto a la propiedad intelectual. Con el objetivo de que los diseños, productos o desarrollos tecnológicos resultantes de los proyectos se registren ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).

También se desarrollaron capacidades digitales en los miembros del equipo, que reforzaron conocimientos de inteligencia artificial, aprendizaje automático y profundo. Además, se obtuvieron conocimientos técnicos sobre la arquitectura Da Vinci de los procesadores Ascend, la infraestructura de nube Huawei, el despliegue de aplicaciones en contenedores (Docker¹), y el marco de cómputo de inteligencia artificial Mindspore². Lo anterior, nos permitió identificar los siguientes nichos de oportunidad: (1) Implementar algoritmos de clasificación o detección de objetos no implementados aún en el marco de desarrollo Mindspore; y (2) Proponer nuevos algoritmos que aprovechen la arquitectura Da Vinci de los procesadores Ascend para realizar tareas de clasificación o detección de objetos.

Asimismo, se identifica como oportunidad mejorar el manejo de errores en el marco de desarrollo Mindspore, con esto nos referimos a que si un programador comete un error en el código de su aplicación, el marco debe ofrecer mensajes de error descriptivos que le ayuden a recuperarse del error con facilidad. Consideramos que si no se atiende este aspecto puede tener como resultado que el programador abandone su uso. También es importante que se proporcione documentación en otros idiomas además del inglés y chino, ya que esto

fomentaría su rápida adopción en la comunidad académica y científica.

Finalmente, en relación con el sector primario, a fin de que los agricultores de palma datilera, pudieran comprender claramente el alcance que tiene actualmente la inteligencia artificial y como está facilitando las tareas en el mundo moderno, el principal reto para este grupo de investigación, fue ejemplificar de la forma más sencilla y clara posible, la terminología y cultura computacional. Por otra parte, los productores de dátil, mostraron una total disposición y ofrecieron todas las facilidades para el desarrollo de nuestro proyecto.

5. Contribución del proyecto

La principal contribución del proyecto fue el desarrollo de aplicaciones de inteligencia artificial centradas en las necesidades y problemáticas de los pequeños productores de dátil en México. Estas tienen el objetivo de ayudar a los productores a reducir costos, optimizar procesos, incrementar productividad y sustentabilidad.

Otras contribuciones fueron establecer lazos de colaboración entre las universidades y los sectores productivos del país, desarrollar capacidades digitales y generar capital humano especializado en tecnologías emergentes e inteligencia artificial.

El desarrollo de estas actividades, se considera que tendrán un fuerte impacto social a mediano y largo plazo, beneficiando en mayor medida al sector primario del país.

6. Conclusiones

Es importante que las empresas de tecnología de punta generen lazos de colaboración que tengan por objetivo el apoyar e incentivar a los académicos, investigadores y sociedad en general, para desarrollar proyectos de innovación tecnológica con énfasis en inteligencia artificial (IA) y tecnologías emergentes. En donde se propongan proyectos que ofrezcan soluciones al sector primario, problemas sociales o ambientales y que contribuyan al desarrollo económico del país.

El participar en la sinergia ofrecida por la convocatoria Alianza-Huawei UNAM³ para el equipo ha sido enriquecedor. Debido a que nos ha permitido realizar un prototipo funcional del proyecto.

¹ <https://www.docker.com/>

² <https://e.huawei.com/mx/products/cloud-computing-dc/atlas/mindspore>

³ <https://alianza.unam.mx/>

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Manickavasagan, N. K. Al-Mezeini y H. N. Al-Shekaili, "RGB color imaging technique for grading of dates", *Scientia Horticulturae*, vol. 175, pp. 87–94, agosto de 2014. Accedido el 9 de septiembre de 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.06.003>
- [2] H. Altaheri, M. Alsulaiman, G. Muhammad, S. U. Amin, M. Bencherif y M. Mekhtiche, "Date fruit dataset for intelligent harvesting", *Data in Brief*, vol. 26, p. 104514, octubre de 2019. Accedido el 9 de septiembre de 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104514>
- [3] K. Albarrak, Y. Gulzar, Y. Hamid, A. Mehmood y A. B. Soomro, "A Deep Learning-Based Model for Date Fruit Classification", *Sustainability*, vol. 14, n.º 10, p. 6339, mayo de 2022. Accedido el 10 de septiembre de 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.3390/su14106339>
- [4] M. Schmeisser et al., "Parallel, distributed and GPU computing technologies in single-particle electron microscopy", *Acta Crystallographica Section D Biological Crystallography*, vol. 65, n.º 7, pp. 659–671, junio de 2009. Accedido el 10 de septiembre de 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1107/s0907444909011433>
- [5] H. Liao, J. Tu, J. Xia y X. Zhou, "DaVinci: A Scalable Architecture for Neural Network Computing", en 2019 IEEE Hot Chips 31 Symposium (HCS), Cupertino, CA, USA, 18–20 de agosto de 2019. IEEE, 2019. Accedido el 10 de septiembre de 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1109/hotchips.2019.8875654>

Fecha de recepción: julio, 2023

Fecha de publicación: noviembre de 2023

Cómo se cita:

J. P. García, R. Salomón, D. B. Pérez, H. Zatarain, J. E. Soto, E. R. García, "Inteligencia Artificial al Servicio de los Pequeños Productores de Dátil en México," *TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior*, n.o. 8, noviembre, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://ties.unam.mx/> [Consultado en mes día, año].