

# Prevención de la expansión del jacinto de agua en el río Guadiana mediante técnicas de soft computing

José Ángel Díaz García

Universidad de Granada

30 de mayo de 2018

## Resumen

La planta *Eichhornia crassipes*, más conocida como jacinto de agua o camalote es una especie de climas tropicales que llegó hace unos años a Extremadura y actualmente pone en riesgo la biodiversidad de las zonas fluviales del río Guadiana a su paso por la ciudad de Mérida. En este documento se propone una solución novedosa basada en soft computing y redes neuronales para mitigar su efecto y ayudar a erradicar la presencia de la planta en la región. Se propone por tanto las técnicas así como una exposición del problema y la viabilidad de la solución con las técnicas anteriormente descritas.

## 1. Introducción

El mundo que nos rodea, y concretamente el medio natural se rige por ciertas leyes que hacen que todo los sistemas que lo integran, (fauna, flora, etc.) fluyan y se comporten de manera estable. Si bien estos sistemas parecen inamovibles en realidad son muy delicados y pequeñas variaciones en el entorno como la erradicación de predadores o la introducción de otros puede hacer que el equilibrio medio ambiental se vea afectado. Pese a que los ejemplos más famosos vienen marcados por especies animales la introducción especies de flora no autóctonas en ciertos lugares, sobre todo en entornos fluviales, puede llegar a ser un gran problema. Este es el caso de la introducción de la *Eichhornia crassipes* (figura 1) en la comunidad de Extremadura. Esta planta, es una planta acuática de climas tropicales que recientemente fue introducida ilegalmente en Extremadura de manera que actualmente se ha convertido en una plaga que cubre la superficie del agua tal y como se puede observar en la figura 2 evitando que la luz pueda pasar hasta cotas inferiores de profundidad y acabando por tanto con plantas y perjudicando a animales autóctonos.

Actualmente se están aplicando ciertas mediadas para acabar con el jacinto de agua en Extremadura, tales como el uso retroexcavadoras (figura



Figura 1: Eichhornia crassipes



Figura 2: Invasión de la planta en el río Guadiana.

3), barcos que retiran la planta de la superficie (figura 4) o incluso grupos de personas que se encargan de retirar manualmente la planta (figura 5). Estas técnicas aunque eficientes conllevan un gran coste para la administración pública fijado en más de 6 millones de euros anuales, cifra que aumenta exponencialmente a medida que la planta llega a nuevas zonas y emplazamientos del río Guadiana. Además de su elevado coste pese a que se dispone de un sistema de teledetección por satélite esta llega en ciertos casos tarde o no permite discernir la correcta ubicación de los recursos de eliminación debido a la rápida proliferación de la planta en ciertas zonas del río.

En este documento, se propone una solución mixta que use técnicas de *soft computing* y *deep learning* que permitirá desarrollar una aplicación que por medio de imágenes de satélite y su procesamiento mediante *deep learning* identificará el nivel de actividad de la planta en el río, así como se diferenciará este nivel de actividad de posibles falsos positivos. Posteriormente se modelará un sistema difuso capaz de ubicar mediante una variante del problema de máxima cobertura a las excavadoras, barcos y grupos de personas donde más se les necesite de manera que se podrá mantener a raya el avance de la planta en el plazo de pocas horas desde su aparición en ciertos puntos del río reduciendo costes y ayudando a su

erradicación de total del río Guadiana.



Figura 3: Retirado de la planta mediante excavadoras.



Figura 4: Retirado de la planta mediante barcos.

## 2. Estado del arte

El uso de técnicas de softcomputing y deep-learning para problemas similares de detección de algas invasoras no ha sido aún estudiado, al menos de forma pública, pero sí que podemos encontrar soluciones similares donde se utilizan drones para fines de ecología, agricultura y ganadería. Estos sistemas tienen funciones similares al propuesto, por lo que podríamos constatar su futuro buen funcionamiento. Dentro de la temática de la ecología y el impacto agrario encontramos el estudio esta temática encontramos el estudio realizado por Delises y Quan [1] donde realizan un compendio de aplicaciones donde las imágenes por satélite son posteriormente procesadas para detectar problemas como la desertización [2] o el impacto de máquinas agrícolas [3]. El sistema propuesto por nosotros se asemeja a estos modelos en que utilizará imágenes por satélite para la teledetección pero con la problemática añadida de que no serán grandes áreas sino el caso de de márgenes de río de unos 100m máximo de orilla



Figura 5: Retirado de la planta manual.

a orilla con la correspondiente dificultad y necesidad de precisión que el sistema que se propone otorgará frente a los estudiados anteriormente que analizan áreas de varios km cuadrados.

Por otro lado, si que hay sistemas basados en redes neuronales que nos ofrecen una precisión tal como para discernir con exactitud especies. Chan et al. [4] muestran un sistema basado en redes neuronales capaz de identificar animales salvajes en cámaras trampa ubicadas en selvas tropicales, detectando animales en peligro de extinción y realizando recuentos de la población. Por otro lado, pese a no encontrar un artículo aun publicado al respecto sobre la mejor solución, la plataforma de competencias de *machine learning*, Kaggle, ofreció hace un año una competición [5] en la que se instaba a usar imágenes por satélite para el conteo de la población de leones marinos en playas de Alaska. A la competición concurrieron 479 personas con resultados muy buenos en la clasificación. En el caso de nuestra solución, se propondrá un enfoque híbrido sobre las anteriores soluciones o problemáticas, por un lado se tendrá que analizar las imágenes en vivo o que llegan regularmente en un flujo de datos como era el caso de las imágenes de animales salvajes y por otro lado, estas en lugar de ser videos tomados a pocos metros serán imágenes aéreas. Una solución similar a nuestro enfoque y que también presenta una solución similar aun híbrido entre las anteriores, sería la propuesta por Tri et al. [6], donde utiliza cámaras emitidas por un dron para posteriormente analizar el cultivo del arroz y tras un procesado dar consejos a los agricultores para aumentar beneficios.

Si nos centramos en el carácter difuso del sistema de ayuda a la toma de decisiones una vez tomadas y procesadas las imágenes mediante procesos de *deep learning*, encontramos pocos trabajos relacionados con la temática pero si que hay un estudio relevante [7] sobre el modelado de especies invasoras en función de un nivel de riesgo para las autóctonas, idea interesante que es muy similar a la propuesta por este estudio donde trataremos de modelar por conjuntos difusos el nivel de riesgo de la planta en función de factores como cercanía a zonas de sin presencia de la misma, corrientes o cantidad de la planta presente en un determinado punto.

Por último es necesario mencionar el actual sistema de teledetección que el gobierno de España está utilizando para detectar la proliferación del

alga [8]. Este sistema, es muy similar al propuesto con nosotros pero solo se aplica a la teledetección, sin entrar en la planificación de actuaciones posterior. El actual sistema utiliza el satélite Sentinel-2A [9] lanzado por la ESA el 23 de junio de 2015 y que opera de manera heliosincronizada con ciclos de 10 días. El satélite es utilizado par monitorizar el seguimiento de la vegetación del suelo así como la vigilancia medio ambiental como es el caso de lugares de importancia medio ambiental como el Delta del Ebro o en nuestro caso, el rio Guadiana debido al problema del jacinto de agua. Este satélite envía imágenes que son posteriormente procesadas para obtener información e la progresión del jacinto de agua y poder ver en que puntos se encuentra mayor concentración de esta planta, el problema viene dado a que en 10 días de plazo que se reciben las imágenes esta planta puede verse desplazada por corrientes o incluso reproducirse muy rápidamente, por lo que el actual sistema de teledetección aunque bueno, puede mejorarse, aplicando por un lado detección mas eficaz basada en redes neuronales, predicción de posibles cambios y por último mediante un modelo basado en reglas difusas generar un sistema experto capaz de reubicar los activos de retirado de la planta en las zonas mas necesarias del rio.

### 3. Solución propuesta

En esta sección será detallada la solución propuesta para la teledetección del jacinto de agua y posteriormente su eliminación del rio Guadiana. En la figura 6 podemos encontrar un gráfico de la metodología aportada.

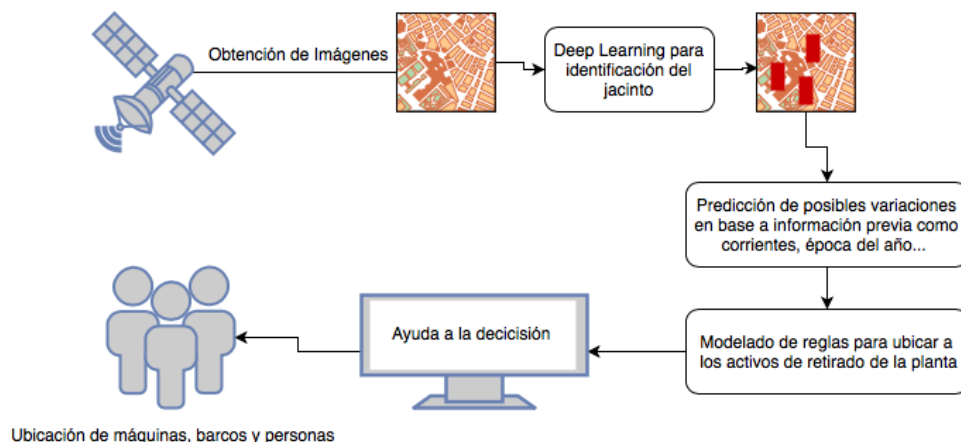


Figura 6: Metodología de la solución.

El sistema se nutriría del mismo modo que el sistema de intelección actual, es decir, de imágenes del satélite Sentinel 2A, tras obtenerlas y dividir las por zonas afectadas (imagen 7 ) el sistema relizaría las siguientes acciones:

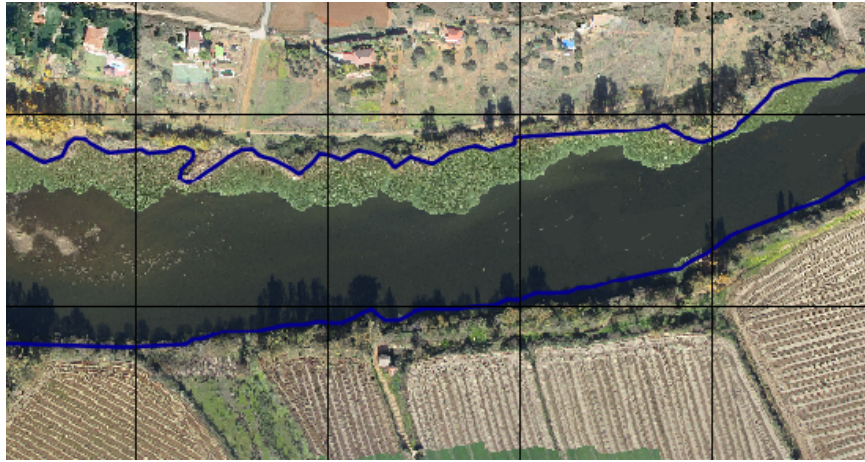


Figura 7: Zona afectada.

1. Identificación del jacinto: Se entrenaría un modelo de redes neuronales artificiales con tramos del río con y sin presencia de la planta para que el modelo sea capaz de discernir en que tramos si que aparece esta con total seguridad.
2. Predicción de cambios: Una vez identificados los tramos de riesgo se aplicarían técnicas de machine learning en función a datos del río como época del año, corrientes o caudal actual para poder ajustar aún mas la zona del río en la que se encontrará el jacinto de agua.
3. Reglas difusas: Utilizando la solución de máxima cobertura, se crearán reglas difusas de manera que se obtendrán las zonas de más riesgo o necesidad de ser limpiadas y como se irán distribuyendo los recursos para limpiarlas en función que el riesgo de expansión o presencia vaya disminuyendo o aumentando.
4. Por último se presentará la información mediante una app web a los encargados de tomar las decisiones al respecto que ubicarán los barcos, excavadoras y patrullas en función del conocimiento aportado y su propio criterio.

## 4. Conclusiones y vías futuras

En este documento se ha propuesto una solución novedosa al problema de la teledetección del jacinto de agua en el río Guadiana que a diferencia de las soluciones actuales no solo podrá detectar esta planta invasora sino que además ofrecerá las veces de un sistema experto para la ayuda de toma de decisiones en la ubicación de los recursos mecánicos de eliminación de la planta. Pese a que en la literatura ya se ha demostrado con el sistema satelital en uso que la teledetección es posible, en este documento se ha propuesto una vuelta de tuerca que permitirá una mejor identificación haciendo uso de la lógica difusa tal y como se ha estudiado en puntos



anteriores por lo que se podrá concurrir en una reducción de costes o en su defecto en un mejor aprovechamiento de los recursos estudiados.

En cuanto a vías futuras de estudio, se podría implementar una solución más cercana y barata de las imágenes por satélite. Esta solución estaría basada en vehículos aéreos no tripulados UAVs en los se programarían rutas de vuelo por encima del río, obteniendo imágenes en alta resolución y tiempo real que serían trazadas por nuestro sistema. por tanto se tendría una mejor capacidad de respuesta e incluso se podrían variar y controlar rutas más fácilmente para controlar nuevas áreas que si se tratara de una imagen por satélite.

## Referencias

- [1] Delisles, P. D., & Quan, C. A. L. (2013). Uso de las imágenes de satélites y los SIG en el campo de la Ingeniería Agrícola. *Revista ciencias técnicas agropecuarias*, 22(4), 75-80.
- [2] Cruz, R. O., Martín, G., Vantour, A., Páez, M., & Ponvert, D. R. (2010). Diagnóstico de áreas vulnerables a la desertificación empleando información satelital y SIG en un territorio de la república de Cuba. *Revista SELPER*.
- [3] Díaz Rodríguez, N., & Pérez Guerrero, J. N. (2007). Metodología para evaluar el impacto de la maquinaria agrícola sobre los recursos naturales del medio ambiente. *Ciencias Holguín*, 13(2).
- [4] Chen, G., Han, T. X., He, Z., Kays, R., & Forrester, T. (2014, October). Deep convolutional neural network based species recognition for wild animal monitoring. In *Image Processing (ICIP), 2014 IEEE International Conference on* (pp. 858-862). IEEE.
- [5] Página de la competición de identificación e leones marinos <https://www.kaggle.com/c/noaa-fisheries-steller-sea-lion-population-count> consultada por última vez el martes 29 de mayo.
- [6] Tri, N. C., Van Hoai, T., Duong, H. N., Trong, N. T., Van Vinh, V., & Snasel, V. (2016, December). A novel framework based on deep learning and unmanned aerial vehicles to assess the quality of rice fields. In *International Conference on Advances in Information and Communication Technology* (pp. 84-93). Springer, Cham.
- [7] Blumenthal, D. M., & Hufbauer, R. A. (2007). Increased plant size in exotic populations: a common?garden test with 14 invasive species. *Ecology*, 88(11), 2758-2765.
- [8] Ruiz Fernández, L. Á., Estornell Cremades, J., & ERENA ARRABAL, M. A. N. U. E. L. (2017, October). Teledetección. Nuevas plataformas y sensores aplicados a la gestión del agua, la agricultura y el medio ambiente. In *Colección Congreso*. Editorial Universitat Politècnica de València.
- [9] Especificaciones del satélite Sentinel 2A [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-2](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2) consultadas por última vez el 30 de mayo.