

Propuesta de metodología de clasificación de objetos basado en técnicas de Deep Learning usando datos multi-vista

Propuesta de tesis

Andrés Cruz y Corro Armenta
acruzycorro@inaoep.mx

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

Noviembre 2018

Introducción

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

Las plataformas satelitales y aéreas actuales proveen de valiosos datos hiperspectrales para el análisis de imágenes en áreas tan distintas como la agricultura [10], mineralogía [13], física [5], astronomía [7] y ciencias ambientales [12, 2].

En todos estos campos (entre otros) se desea hacer cierta clasificación a nivel de píxeles y extraer después *features*.

Sin embargo, los datos hiperespectrales sufren de varias desventajas, principalmente [3]:

- 1 Alta dimensionalidad,
- 2 Variaciones espaciales en la firma espectral,
- 3 Alto costo de etiquetado¹ para las muestras, y
- 4 La variación en la calidad de los datos de entrada

¹Ya sea en tiempo de entrenamiento o clasificación de datos de entrenamiento [6]

Por otro lado, el análisis y adquisición usual de imágenes sufren de los siguientes problemas:

- ① Relativa baja resolución espacial (para imágenes satelitales)²
- ② Dependencia de datos *raster* para producir objetos vectoriales en Sistemas de Información Geográfica [6]
- ③ Alto tiempo de respuesta/toma de decisiones

²Por ejemplo, en [4, p.2099] se tiene una resolución espacial de 18m. ↻ 🔍

Objetivos

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

General

Presentar una metodología de análisis de imágenes con base en datos multi-vista usando técnicas de Deep Learning que permita el uso de materiales de bajo costo y corto tiempo de respuesta para la toma de decisiones.

Objetivos

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

Particulares

- 1 Generar un procedimiento de análisis de imágenes obtenidas desde una plataforma de baja altitud y alta resolución espacial,

Objetivos

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

Particulares

- 1 Generar un procedimiento de análisis de imágenes obtenidas desde una plataforma de baja altitud y alta resolución espacial,
- 2 Analizar la viabilidad del uso de cámaras de bajo costo para la obtención de datos multi-vista

Objetivos

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

Particulares

- ① Generar un procedimiento de análisis de imágenes obtenidas desde una plataforma de baja altitud y alta resolución espacial,
- ② Analizar la viabilidad del uso de cámaras de bajo costo para la obtención de datos multi-vista
- ③ Analizar la precisión del procedimiento propuesto en la detección y monitoreo de especies invasivas en cultivos de interés comercial

Se han usado las siguientes técnicas:

- Romero, Gatta y Camps-Valls [15]: Uso de pre-entrenamiento en redes convolucionales para extracción de *features* en imágenes satelitales;
- Chen *et al.* [4]: Clasificación de imágenes satelitales usando técnicas de *Deep Learning*³
- Kussul *et al.* [9]: Clasificación de cultivos mediante imágenes satelitales usando redes neuronales multinivel;
- Liu *et al.* [11]: Extracción de datos multi-vista desde baja altitud (300 m) y con alta resolución espacial (6.2 cm/pixel);

³Auto-Encoders y Stacked Auto-Encoder

Estado de la técnica

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

- Yongliang *et al.* [17]: Uso de redes neuronales para análisis y clasificación de tatuajes;
- Zhou *et al.* [18]: Análisis de imágenes médicas mediante redes imagen-a-imagen;
- Avendi, Jafarkhani y Kheradvar [1]: Segmentación de imágenes cardíacas y obtención de regiones de interés médico;
- Tappen *et al.* [16]: Entrenamiento de redes neuronales con *clusters* de etiquetas o categorías;

Metodología

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

- Evaluación de clasificadores (según estado del arte, *Random Forest, Support Vector Machine, Fully Convolutional Network, Deep-Convolutional Neural Network*)
- Generación de datos multi-vista
 - Calibración de cámara
 - Proyección de coordenadas-imagen a coordenadas-DSM (4 pasos, véase Liu *et al.* [11])
- Modelado de terreno vía BDRF⁴ para generar clasificaciones
- (Pre-)Entrenamiento de una Red Neuronal, usando los clasificadores descritos
-

⁴*Bidirectional Reflectance Distribution Function*

Ejemplo de clasificación con datos multi-vista

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

De Liu *et al.* [11, p.8-12]:

- ① Selección de muestra (ortoimágenes)
- ② Extracción de *features*:
 - Espectrales
 - De textura (máximos, mínimos, desviaciones. . .)
- ③ Generación de clasificadores:
 - Desde características espectrales,
 - Desde características texturales,
 - Desde reconstrucción de imagen via BRDF (véase Koukal, Atzberger y Schneider [8])
- ④ Validación cruzada con todos los experimentos

GEOBIA: Nuevo paradigma

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

Se propone el uso del Análisis de Imágenes Basado en Objetos Geográficos [6]

- El objetivo primario de GEOBIA no es la construcción de herramientas. . .

GEOBIA: Nuevo paradigma

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

Se propone el uso del Análisis de Imágenes Basado en Objetos Geográficos [6]

- El objetivo primario de GEOBIA no es la construcción de herramientas. . .
- más bien la generación de información geográfica. . .

GEOBIA: Nuevo paradigma

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

Se propone el uso del Análisis de Imágenes Basado en Objetos Geográficos [6]

- El objetivo primario de GEOBIA no es la construcción de herramientas. . .
- más bien la generación de información geográfica. . .
- basado en datos de percepción remota. . .

GEOBIA: Nuevo paradigma

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

Se propone el uso del Análisis de Imágenes Basado en Objetos Geográficos [6]

- El objetivo primario de GEOBIA no es la construcción de herramientas. . .
- más bien la generación de información geográfica. . .
- basado en datos de percepción remota. . .
- de la que se puede obtener **inteligencia**.⁵

⁵De acuerdo a los autores: “información geográfica que permite al usuario percibir, interpretar y responder de forma efectiva a algún tema específico”

GEOBIA: Análisis FODA (resumen)

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

Fortalezas **Conceptualización** de objetos “en forma humana”

Los objetos-imagen poseen características que no poseen los píxeles

Los objetos-imagen se integran mejor a SIGs (vectores, no raster)

Creciente disponibilidad de software disponible al público [14]

Debilidades **La segmentación** no es un problema bien definido (no hay solución única)

Referencias y bibliografía I

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

- [1] Michael Rashidi Avendi, Hamid Jafarkhani y Arash Kheradvar. “Automated segmentation of organ chambers using deep learning methods from medical imaging”. US20170109881A1. University of California. 2017. URL: <https://patents.google.com/patent/US20170109881A1> (visitado 20-11-2018).
- [2] Jose M. Bioucas-Dias *et al.* “Hyperspectral Remote Sensing Data Analysis and Future Challenges”. En: *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine* 1.2 (jun. de 2013), págs. 6-36. DOI: [10.1109/mgrs.2013.2244672](https://doi.org/10.1109/mgrs.2013.2244672).

Referencias y bibliografía II

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

- [3] G. Camps-Valls y L. Bruzzone. “Kernel-based methods for hyperspectral image classification”. En: *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 43.6 (jun. de 2005), págs. 1351-1362. DOI: [10.1109/tgrs.2005.846154](https://doi.org/10.1109/tgrs.2005.846154).
- [4] Yushi Chen *et al.* “Deep Learning-Based Classification of Hyperspectral Data”. En: *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* 7.6 (jun. de 2014), págs. 2094-2107. DOI: [10.1109/jstars.2014.2329330](https://doi.org/10.1109/jstars.2014.2329330).
- [5] Ray Egerton. *Electron Energy-Loss Spectroscopy in the Electron Microscope*. Springer US, 29 de jul. de 2011. URL: https://www.ebook.de/de/product/16829983/ray_egerton_electron_energy_loss_spectroscopy_in_the_electron_microscope.html.

Referencias y bibliografía III

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

- [6] G. J. Hay y G. Castilla. “Geographic Object-Based Image Analysis (GEOBIA): A new name for a new discipline”. En: *Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*. Springer Berlin Heidelberg, 2008, págs. 75-89. ISBN: 978-3-540-77057-2. DOI: [10.1007/978-3-540-77058-9_4](https://doi.org/10.1007/978-3-540-77058-9_4). URL: <https://www.amazon.com/Object-Based-Image-Analysis-Knowledge-Driven-Geoinformation/dp/3540770577?SubscriptionId=AKIAIOBINVZYXZQZ2U3A&tag=chimbori05-20&linkCode=xm2&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=3540770577>.
- [7] E. Keith Hege *et al.* “Hyperspectral imaging for astronomy and space surveillance”. En: *Imaging Spectrometry IX*. Ed. por Sylvia S. Shen y Paul E. Lewis. SPIE, ene. de 2004. DOI: [10.1117/12.506426](https://doi.org/10.1117/12.506426).

Referencias y bibliografía IV

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

- [8] Tatjana Koukal, Clement Atzberger y Werner Schneider. “Evaluation of semi-empirical BRDF models inverted against multi-angle data from a digital airborne frame camera for enhancing forest type classification”. En: *Remote Sensing of Environment* 151 (ago. de 2014), págs. 27-43. DOI: [10.1016/j.rse.2013.12.014](https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.12.014).
- [9] Nataliia Kussul *et al.* “Deep Learning Classification of Land Cover and Crop Types Using Remote Sensing Data”. En: *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters* 14.5 (mayo de 2017), págs. 778-782. DOI: [10.1109/lgrs.2017.2681128](https://doi.org/10.1109/lgrs.2017.2681128).

Referencias y bibliografía V

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

- [10] F. M. Lacar, M. M. Lewis e I. T. Grierson. “Use of hyperspectral imagery for mapping grape varieties in the Barossa Valley, South Australia”. En: *IGARSS 2001. Scanning the Present and Resolving the Future. Proceedings. IEEE 2001 International Geoscience and Remote Sensing Symposium (Cat. No.01CH37217)*. IEEE. DOI: [10.1109/igarss.2001.978191](https://doi.org/10.1109/igarss.2001.978191).
- [11] Tao Liu *et al.* “Evaluating the potential of multi-view data extraction from small Unmanned Aerial Systems (UASs) for object-based classification for Wetland land covers”. En: *GIScience & Remote Sensing* (jul. de 2018), págs. 1-30. DOI: [10.1080/15481603.2018.1495395](https://doi.org/10.1080/15481603.2018.1495395).

Referencias y bibliografía VI

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

- [12] Tim J. Malthus y Peter J. Mumby. “Remote sensing of the coastal zone: An overview and priorities for future research”. En: *International Journal of Remote Sensing* 24.13 (ene. de 2003), págs. 2805-2815. DOI: [10.1080/0143116031000066954](https://doi.org/10.1080/0143116031000066954).
- [13] Freek van der Meer. “Analysis of spectral absorption features in hyperspectral imagery”. En: *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 5.1 (feb. de 2004), págs. 55-68. DOI: [10.1016/j.jag.2003.09.001](https://doi.org/10.1016/j.jag.2003.09.001).
- [14] M. Neubert, H. Herold y G. Meinel. “Evaluation of remote sensing image segmentation quality—further results and concepts”. En: *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 36.4/C42 (2006).

Referencias y bibliografía VII

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

- [15] Adriana Romero, Carlo Gatta y Gustau Camps-Valls. “Unsupervised Deep Feature Extraction for Remote Sensing Image Classification”. En: *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 54.3 (mar. de 2016), págs. 1349-1362. DOI: [10.1109/tgrs.2015.2478379](https://doi.org/10.1109/tgrs.2015.2478379).
- [16] Marshall Friend Tappen *et al.* “Cluster-trained machine learning for image processing”. US9704054B1. Amazon Technologies Inc. 2017. URL: <https://patents.google.com/patent/US9704054B1> (visitado 20-11-2018).

Referencias y bibliografía VIII

Propuesta de
tesis

Cruz y
Corro, A.

- [17] Zhang Yongliang *et al.* "Tattoo image classification method based on deep learning". CN103996056A. Machine-translated by Google. 2014. URL: <https://patents.google.com/patent/CN103996056A/en?q=deep+learning&q=image&q=analysis&oq=deep+learning+image+analysis> (visitado 20-11-2018).
- [18] S. Kevin Zhou *et al.* "Deep image-to-image network learning for medical image analysis". US9760807B2. Siemens Healthcare GmbH. 2017. URL: <https://patents.google.com/patent/US9760807B2> (visitado 20-11-2018).