

DATOS IDENTIFICATIVOS

1. **Título del proyecto:** Desarrollo cuadernos iPython para la enseñanza de Teledetección
2. **Código del proyecto:** 2018-1-5003
3. **Resumen del proyecto:**

Se han desarrollado un conjunto de cuadernos de trabajo en iPython como material de apoyo para el tratamiento digital de imágenes en la asignatura Teledetección Espacial impartida en el tercer curso del Grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

4. Coordinador del proyecto

Nombre y apellidos	Departamento	Grupo Docente
Francisco Javier Mesas Carrascosa	Ingeniería Gráfica y Geomática	106

5. Otros participantes

Nombre y apellidos	Departamento	Grupo Docente	Tipo de personal
José Emilio Meroño de Larriva	Ingeniería Gráfica y Geomática	106	Profesor Titular
Alfonso García-Ferrer Porras	Ingeniería Gráfica y Geomática	106	Catedrático
María Jesús Aguilera Ureña	Física Aplicada	066	Profesor Titular

1. Introducción

La innovación docente está teniendo una gran importancia en el sistema universitario hoy día. En este sentido, es necesario establecer como modelo educativo aquel que priorice y maximice el aprendizaje, siendo función principal del docente posibilitar, guiar y facilitar al alumnado el acceso a los contenidos que le permitan construir el conocimiento. Es este sentido cobra especial relevancia el desarrollo y aplicación de métodos y estrategias de tipo constructivo, que permiten por una parte el desarrollo autónomo personal de estudiante, el refuerzo y apoyo del pensamiento crítico y por otra, el trabajo cooperativo y por tanto el trabajo grupal. Algunos autores establecen que el uso de múltiples métodos es una vía adecuada para emprender la renovación didáctica dentro de la enseñanza universitaria.

La presente propuesta ha sido desarrollada por un conjunto de profesores del área de conocimiento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría del Departamento de Ingeniería Gráfica y Geomática y del área de Física Aplicada del Departamento de Física aplicada y pretende ser empleada en el Grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural concretamente en la asignatura *Teledetección y Análisis Espacial*. Dicha asignatura cuenta con una didáctica basada en el uso, procesado y explotación de imágenes tomadas desde una plataforma, bien sea satélite, aérea tripulada y/o no tripulada.

Las disciplinas tratadas dentro de las unidades temáticas correspondientes a la asignatura requieren, en el trabajo profesional, de la utilización de herramientas de las Tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) de última generación. No obstante en el desarrollo de la disciplina desde el punto de vista formativo no se están aplicando de forma tan exhaustiva: rápida evolución de las aplicaciones, necesidad de conocimientos avanzados de sistemas informáticos que muchas veces no poseen los alumnos entre otros son limitantes a la hora de implementarlos. A pesar de las dificultades descritas, su uso adecuado puede suponer una herramienta muy importante en el proceso de aprendizaje.

Entre las herramientas TIC a emplear en Teledetección y Análisis Espacial, se pueden dividir en paquetes cerrados de procesamiento de imagen, con diferente grado de complejidad, que aplican algoritmos de forma poco transparente al usuario y por tanto no mostrando la lógica de éstos. Además, por lo general este tipo de sistemas resuelven el proceso en una sola ejecución, no disponiendo por lo general de módulos que permitan definir flujos de trabajo, no presetando al usuario resultados visibles y accesibles en sus procesos de ejecución intermedios. De este modo, este tipo de herramientas están orientadas al desarrollo de proyectos individuales, dirigidas hacia el desarrollo del proyecto, centradas en la obtención de un producto final, sin explicar los procesos internos.

Otra alternativa sería la utilización de cuadernos de trabajo iPython que están suponiendo una metodología ágil para el desarrollo de nuevas ideas y divulgación científica. Como ejemplo, la revista Nature recomienda su uso entre otros motivos por la transparencia en la reproducibilidad y el extenso número de usuarios a la que se puede llegar (Shen, 2015).

Los cuadernos de trabajo de iPython son una herramienta TIC que permite el desarrollo de metodologías para la resolución de algoritmos de manipulación y explotación de datos modificando información de partida, parámetros etc. Dado que tanto los datos como el código quedan almacenados, el alumno puede reproducirlo tantas veces como desee, permite encapsular contenidos multimedia, creación de e-experimentos, etc., todo ello bajo el entorno de desarrollo de Python.

Junto con el desarrollo del entorno de trabajo el alumno interactuará con productos procedentes del proyecto Copernicus. Este proyecto, desarrollado por la Unión Europea, ha permitido lanzar la constelación de satélites Sentinel, que establecen la mayor resolución espacial y temporal, puesta a disposición de los usuarios de forma totalmente libre, reactivando las aplicaciones de teledetección en el sector agrícola, forestal y de los recursos naturales de forma exponencial.

El desarrollo de este proyecto permitirá crear un entorno de procesado de imágenes donde el alumno tenga acceso a un entorno de aprendizaje que aglutine contenidos teóricos y prácticos juntos con sus resultados, pudiendo interactuar con éstos.

2. Objetivos

Desarrollar un conjunto de cuadernos de trabajo iPython para el procesado y tratamiento de imágenes digitales.

3. Descripción de la experiencia

La experiencia ha supuesto un cambio en la forma de afrontar la docencia de la asignatura al ser una experiencia piloto, se ha desarrollado en forma complementaria a las practicas y para alumnos voluntarios.

En primer lugar, ha sido necesario una pequeña introducción a los lenguajes de programación utilizados para el desarrollo de los cuadernos, lo que ha supuesto un reto para los alumnos que en general estaban interesados en conocer herramientas tan útiles como las aplicadas.

Una vez realizada la practica correspondiente utilizando el software tradicional, se proporcionaba a los alumnos el cuaderno de iPhyton correspondiente para que como trabajo en casa consolidaran los conocimientos adquiridos en clase. Posteriormente en la siguiente sesión de practicas se establecía un debate sobre los resultados obtenidos con la nueva metodología, resolviendo dudas y consolidando los conceptos ya vistos por la metodología tradicional y por la aplicación de los cuadernos.

4. Materiales y métodos

La propuesta de este proyecto de innovación docente se llevó adelante una vez realizado un análisis DAFO (Tabla 1) poniendo de relieve la situación actual de la asignatura, permitiendo tomar decisiones adecuadas.

Tabla 1 Análisis DAFO de la asignatura

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Carencia de experiencia previa en el manejo de información geográfica. • Tiempo limitado de la asignatura. • Grupo grande alumnos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hay que aprender nuevas herramientas informáticas. • Necesidad de trabajar dentro y fuera del aula.
Oportunidades	Fortalezas
<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad del profesorado. • Experiencia en el desarrollo de aplicaciones relacionadas con la información geográfica. • Primera toma de contacto con entornos de programación. • Desarrollar habilidades para mejorar la empleabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Detectar posibilidades en la automatización en el manejo de información geográfica. • Aprendizaje de herramientas no cursadas en otras asignaturas.

4.1 Materiales

Se ha empleado Anaconda Navigator 1.9.7 como distribución libre de los lenguajes de programación Python y R, siendo esta muy popular dentro de todo lo relacionado con la ciencia de datos. Además, la plataforma es distribuida para los sistemas operativos Windows, Mac OS X y Linux, cubriendo los distintos perfiles de usuarios entre los alumnos. Como entorno de desarrollo web y de creación de los cuadernos de trabajo se ha empleado Jupyter Notebook v 5.7.8, empleando como lenguaje de programación Python 3.6.4.

Las librerías, todas ellas open-source, empleadas en el desarrollo de los cuadernos de trabajo han sido:

- OpenCV: Librería libre de visión artificial. Ha permitido leer las imágenes, cálculo de la estadística básica de las bandas de una imagen, generación de hitogramas, etc..
- Matplotlib: Librería para la creación de gráficos a partir de datos en modo matricial en el lenguaje de programación Python así como su extensión NumPy.
- Numpy: Librería matemática para Python.

4.2.- Metodos.

En primer lugar, se realizó un análisis de los contenidos de las distintas unidades didácticas relacionadas con Teledetección de la asignatura, identificando todos aquellos contenidos teóricos susceptibles de ser implementados en un cuaderno de trabajo cumpliendo los siguientes criterios:

- Permita introducir al alumno en entornos de programación. Como tal introducción, los cuadernos de trabajo deben presentar desarrollos informáticos sencillos para que el alumno haga esta primera aproximación.
- Deben ofrecer resultados gráficos en el procesado de las imágenes para facilitar la comprensión de los contenidos teóricos.

- Permitir el auto-aprendizaje fuera del aula.

Analizados las unidades didácticas de la asignatura se decidió desarrollar un conjunto de utilidades vinculadas con el “Realce y mejoras de la imagen”. Una vez definido la unidad didáctica se evaluaron distintas librerías informáticas (la selección aparece detallada en la sección 4.1 del presente documento) para posteriormente dar comienzo al desarrollo de los distintos cuadernos, que fueron evaluados para detectar fallos, añadir documentación explicativa, etc.

5. Resultados obtenidos

Se han desarrollado un total de siete cuadernos de trabajo con las siguientes funcionalidades:

- Cuaderno 0, Visualización imagen: Permite visualizar una imagen en pantalla, siendo su objetivo el verificar que el entorno de desarrollo esta correctamente configurado en el ordenador del usuario.
- Cuaderno 1, Estadística básica imagen: Calcula los valores máximos, mínimos, medio, desviación, rango de los valores digitales de una imagen. Igualmente calcula y grafica el histograma de frecuencias y de frecuencias acumuladas de los niveles digitales presentes en una imagen.
- Cuaderno 2, Máxima expansión lineal del contraste del margen dinámico sin truncamiento de una imagen. Tomando como entrada una imagen, aplica este tipo expansión, representando en pantalla la imagen original y la procesada junto con los histogramas de frecuencias y frecuencias acumulados de cada una de ellas, permitiendo a alumno entender el concepto de este tipo de realce.
- Cuaderno 3, Expansión del contraste basado en parámetros de la distribución de los niveles digitales. Se calcula el valor medio y desviación de los niveles digitales presentes en una imagen, siendo este último parámetro escalado según un factor introducido por el alumno. Esto permite la interacción para evaluar el impacto en el resultado obtenido en el procesado de la imagen. Las salidas son las mismas que en el cuaderno 2.
- Cuaderno 4, Expansión por selección directa: En este caso es el alumno quien establece los valores máximos y mínimos a considerar en el ajuste lineal.
- Cuaderno 5, Ecuilización del histograma: Muestra los resultados una vez asignado mayor rango dinámico en la imagen de salida a los niveles digitales mas frecuentes que aparecen en la imagen de entrada.
- Cuaderno 6, Binarización de imágenes: Ofrece los resultados de un tipo especial de expansión del contraste a partir del valor umbral establecido por el alumno.

Los cuadernos de trabajo presentan todas una estructura común (Figura 1), en primer lugar se indica el objetivo de lo que se va a aprender, incluyendo en caso de ser necesario una breve explicación técnica (Figura 2) junto con el código desarrollado (Figura 3) para, finalmente mostrar los resultados del procesado sobre la imagen(Figura 4)

jupyter Teledeteccion-Tema13 Last Checkpoint: 17/01/2019 (autosaved) Logout

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help Trusted Python 3

Run C ▶▶ Markdown

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes

Departamento de Ingeniería Gráfica y Geomática

F. Javier Mesas Carrascosa

Bloque temático 3: Teledetección

Tema 13 - Realces y mejoras de la imagen

En este Notebook se muestran ejemplos de distintos realces y mejoras a aplicar en imágenes.

En primer lugar se debe introducir la ruta y el nombre de una imagen con la que poder trabajar. Este tutorial esta diseñado para trabajar con una imagen de una sola banda.

** Introduce la ruta y el nombre de la imagen: **

```
In [3]: imagen = '/Users/fjmesas2/Documents/Cuadernos trabajo/Sentinel_B2.png'
```

En primer lugar vamos a visualizar en pantalla la imagen con la que vamos a trabajar.

```
In [4]: import cv2
from matplotlib import pyplot as plt
import numpy as np
from _future_ import print_function
from ipywidgets import interact, interactive, fixed, interact_manual
import ipywidgets as widgets

print (imagen)
plt.rcParams['figure.figsize'] = [22, 10]

imagen_original = cv2.imread(imagen)

global imagen_original
plt.axis('off')
plt.imshow(imagen_original)
plt.show()

/Users/fjmesas2/Documents/Cuadernos trabajo/Sentinel_B2.png
```



Figura 1 Esquema general cuaderno de trabajo.

Expansión lineal del contraste

El modelo general de una expansión del contraste se corresponde con:
$$z = \begin{cases} 0 & Nd \leq MIN \\ \frac{Nd-MIN}{MAX-MIN} & MIN < Nd < MAX \\ 1 & z \geq MAX \end{cases}$$
 Sobre este modelo vamos a estudiar algunas posibilidades de expansión del contraste

1. Máxima expansión del margen dinámico sin truncamiento

En este caso los valores máximos y mínimos de la imagen de salida se corresponde con
$$\begin{cases} MIN = ND_{m\grave{a}ximo} \\ MAX = ND_{m\grave{a}ximo} \end{cases}$$

Figura 2 Ejemplo explicación técnica procesado a aplicar en imagen.

```
In [4]: import cv2
from matplotlib import pyplot as plt
import numpy as np
from __future__ import print_function
from ipywidgets import interact, interactive, fixed, interact_manual
import ipywidgets as widgets

print (imagen)
plt.rcParams['figure.figsize'] = [22, 10]

imagen_original= cv2.imread(imagen)

global imagen_original
plt.axis('off')
plt.imshow(imagen_original)
plt.show()
```

Figura 3 Ejemplo código desarrollado.

Comparativa datos estadísticos original / expansión

ND mínimo:85 / 0
ND máximo:255 / 255
ND medio:133.55299324428066 / 129.1501888530631
Rango:170 / 255
Desviación ND:23.754892114628955 / 73.16508299881721

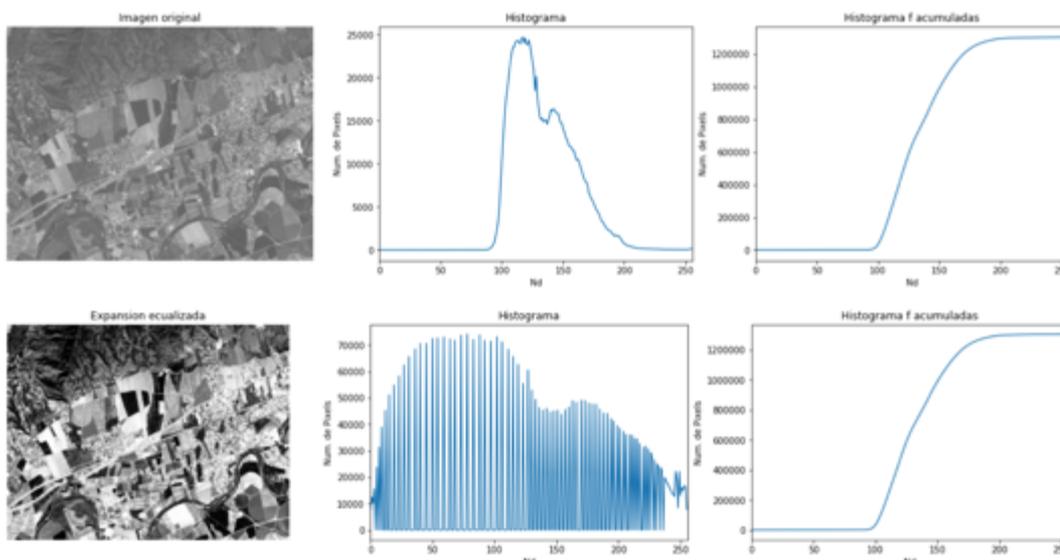


Figura 4 Resultado del procesado digital de la imagen

En general, se ha percibido que se ha mejorado levemente el interés por parte del alumnado, así como su participación, asistencia e interacción con el profesorado en el desarrollo de esta unidad didáctica. Muchos de ellos han mostrado su interés en este tipo

de escenarios de trabajo como valor añadido en su empleabilidad. De este modo, actualmente se han incorporado al Departamento alumnos para desarrollar su Trabajo Fin de Grado empleando entornos de programación para la automatización de tareas manejando información geográfica.

6. Utilidad

El desarrollo del presente proyecto de innovación docente ha servido en primer lugar para que los estudiantes de la asignatura tengan una primera aproximación a escenarios de trabajo nuevos para ellos y que cada vez están mas presentes en el sector agroforestal como es la digitalización. Este proceso de digitalización incluye no solo el manejo de colecciones de datos, software o sensores, también supone el desarrollo de aplicaciones informáticas, de manera que los alumnos deben adquirir y desarrollar competencias relacionadas en este sentido. El uso de cuadernos de trabajo por parte del alumno supone una excelente oportunidad para iniciarse en la programación, pudiéndose ser extrapolada a otras asignaturas de la malla curricular.

Además, el alumno cuenta con herramientas con que poder interactuar, en este caso para ver el resultado de tratamientos digitales sobre imágenes, sin necesidad de instalar software específico, empleando desarrollos específicos y adaptados a los objetivos de la unidad didáctica, pudiendo ser empleada dentro y fuera del aula.

Para el profesorado que ha participado en el desarrollo de este proyecto de innovación ha supuesto el tener una primera experiencia de su uso en entornos de aprendizaje, detectando el gran potencial de estos para ser implementados en otras unidades de esta asignatura y otras propias del área.

7. Observaciones y comentarios

La experiencia ha resultado muy provechosa si bien ha estado limitada a los alumnos voluntarios, por este motivo se ha planteado incorporarla al curso 2019/20 dentro de la malla curricular de la asignatura, en ese curso se podrá contrastar su utilidad para el perfil general de la clase.

8. Bibliografía

Shen, Helen (2014). Interactive notebooks: Sharing the code. [Online]. Available: <https://www.nature.com/news/interactive-notebooks-sharing-the-code-1.16261>. [Último acceso: 22-Mayo-2018].

Earth Lab. Univesity of Colorado. Use Remote sensing data in R or Python. [Online]. Available: <https://www.earthdatascience.org/tags/remote-sensing/> [Último acceso: 10-diciembre-2018].

Bunting, P., Clewley, D., Lucas, R. M., & Gillingham, S. (2014). The remote sensing and GIS software library (RSGISLib). *Computers & geosciences*, 62, 216-226.

Kaya, E., Agca, M., Adiguzel, F., & Cetin, M. (2018). Spatial data analysis with R programming for environment. Human and ecological risk assessment: An International Journal, 1-10.

9. Mecanismo de difusión

Actualmente el material desarrollado se ha distribuido a los alumnos a través de la plataforma Moodle de la Universidad de Córdoba.

Relación de evidencias

- NB-0.ipynb: Cuaderno para visualización imagen.
- NB-1.ipynb: Cuaderno para cálculo de la estadística básica imagen
- NB-2.ipynb: Cuaderno para aplicar máxima expansión lineal del contraste del margen dinámico sin truncamiento de una imagen.
- NB-3.ipynb: Cuaderno para aplicar expansión del contraste basado en parámetros de la distribución de los niveles digitales.
- NB-4.ipynb: Cuaderno para aplicar expansión por selección directa.
- NB-5.ipynb: Cuaderno para aplicar ecualización del histograma.
- NB-6.ipynb: Cuaderno para la binarización de imágenes.

Córdoba, 30 de junio de 2019

Francisco Javier Mesas Carrascosa

