UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-170-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Detección y mapeado de repintes, zonas dañadas y dibujo subyacente en obras pictóricas mediante análisis y procesado de imagen hiperespectral

Descripción general (resumen y metodología):

El grupo Color Imaging Lab está desarrollando en la actualidad el proyecto ASTRA (Advanced Spectral Twin for Restoration and conservation of Artworks). Contamos con una amplia experiencia previa en identificación de materiales y procesado de imagen hiperespectral en obra artística y documentos de interés histórico, y en el proyecto ASTRA pondremos en valor esta experiencia para construir gemelos digitales avanzados para obras de arte.

Los gemelos digitales son capas de información en forma de imagen digital, que muestran los resultados de la caracterización de la obra mediante diferentes técnicas de medida, de una forma fácilmente accesible y comprensible tanto para los Conservadores como para el público en general. Los gemelos digitales han despertado bastante interés recientemente dentro de la comunidad científica [1-3], aunque el uso de información espectral para generarlos es bastante poco frecuente [4].

Los datos espectrales en diferentes rangos (visible-infrarrojo cercano o VNIR entre 400 y 1000 nm, o bien infrarrojo de onda corta o SWIR entre 900 y 1700 nm) permiten acceder a gran cantidad de información que puede ser utilizada potencialmente para separar materiales presentes en la obra, identificar zonas deterioradas, y analizar el dibujo subyacente, especialmente en aquellas obras en las que la capa de pintura depositada sobre el dibujo no es muy gruesa. El TFG plantea explorar estas tres posibilidades de enriquecer el gemelo digital utilizando tanto muestras sintéticas (mock-ups, también llamados probetas), como ejemplos de obras pictóricas reales de la colección del Patrimonio de la Universidad de Granada.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

Se plantean estos objetivos principales para el TFG:

1) Estudio de viabilidad del uso de la información espectral para detectar repintes o zonas intervenidas.
2) Uso de combinaciones de bandas para la visualización efectiva de daños en las obras (craquelado, zonas sin capa pictórica, arrugas en el lienzo).
3) Detección de las capas accesibles de dibujo subyacente utilizando bandas espectrales en la zona SWIR.
4) Construcción de los mapas señalando las zonas relevantes en los objetivos anteriores.

La metodología para cubrir estos objetivos tiene como aspecto común el uso inicial de un número reducido de muestras sintéticas generadas ad hoc en laboratorio (probetas o mock-up) específicamente para cada uno de los objetivos 1-3. El estudiante podrá participar en la captura de imagen hiperespectral y multiespectral de estas muestras.

Para el objetivo 1, se plantea la posibilidad de realizar un mapeado mediante técnicas de agrupación de espectros no supervisadas, que serían útiles en aquellos casos en que los repintes se realicen con diferente material, pero manteniendo la textura de la pintura original. Para el caso de restauraciones más recientes, se realizarían un análisis automático de la textura de la obra usando imágenes tomadas a corta distancia, con el fin de identificar las zonas intervenidas en función de su textura característica.

Para el objetivo 2, se estudiarán las bandas óptimas para detectar los tipos de deterioro más habituales: craquelados y zonas desconchadas (pérdida de capa pictórica). El craquelado se podrá detectar mediante algoritmos de búsqueda de patrones típicos espaciales de este deterioro, y las zonas faltantes mediante mapeo de materiales, intentando automatizar en lo posible cada tarea.
Para el objetivo 3, se utilizarán las bandas por encima de 1400 nm en la imagen hiperespectral de SWIR para localizar las áreas de dibujo subyacente, en muestras con diferente grosor de capa de pintura cubriente. Mediante técnicas básicas de procesado de imagen, se aislará en lo posible la información del dibujo subyacente para una detección automática de los trazos.
Finalmente, se trabajará en la elaboración de los mapas digitales para los tres objetivos previstos, utilizando imágenes en falso color bien diferenciadas, para que resulten fácilmente interpretables en el conjunto del gemelo digital construido.

Bibliografía básica:

Lorenzo, R., Paola, M., Thomas, R., Chiara, M., Luca, U., Ciro, C., Andrea, S., Luciano, R., Sandra, R., Joseph, G., & Marco, F. (2024). Exploring the inner hygro-mechanical behaviour of historical panel paintings: a novel approach using digital twins. Heritage Science, 12, 1-27. https://doi.org/10.1186/s40494-023-01106-z
Amelio, A., & Zarri, G. (2024). Cultural heritage digital twin: modeling and representing the visual narrative in Leonardo Da Vinci's Mona Lisa. Neural Computing and Applications, 36, 11859 - 11876. https://doi.org/10.1007/s00521-024-10010-x.
Lanteri, L., Pelosi, C., & Pogliani, P. (2025). Three-Dimensional Ultraviolet Fluorescence Imaging in Cultural Heritage: A Review of Applications in Multi-Material Artworks. Journal of Imaging, 11. https://doi.org/10.3390/jimaging11070245.
Wang, S., Cen, Y., Qu, L., Li, G., Chen, Y., & Zhang, L. (2024). Virtual Restoration of Ancient Mold-Damaged Painting Based on 3D Convolutional Neural Network for Hyperspectral Image. Remote. Sens., 16, 2882. https://doi.org/10.3390/rs16162882.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

El lenguaje de programación utilizado será MATLAB o Python, por lo que es recomendable una cierta familiaridad con alguno de estos lenguajes.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: JAVIER HERNÁNDEZ ANDRÉS

Ámbito de conocimiento/Departamento: ÓPTICA

Correo electrónico: javierha@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: EVA MARÍA VALERO BENITO

Ámbito de conocimiento/Departamento: ÓPTICA

Correo electrónico: valerob@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: HECTOR NICOLAS POSTIGO

Correo electrónico: hectornipos@correo.ugr.es