



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a: Eva M. Valero Benito

Departamento y Área de Conocimiento: Óptica

Correo electrónico: valerob@ugr.es

Cotutor/a: Ana Belén López

Baldomero

Departamento y Área de Conocimiento: Óptica

Correo electrónico: anabelenlb@ugr.es

Título del Trabajo: Estudio de modelos de unmixing en cuadros al óleo con paleta conocida: optimización automática del modelo de mezcla y número de componentes

Tipología del Trabajo:

(Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)

(Marcar con X)

1. Revisión bibliográfica		4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
2. Estudio de casos teórico-prácticos		5. Elaboración de un proyecto	
3. Trabajos experimentales	x	6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

Breve descripción del trabajo:

En un estudio reciente dentro del grupo Color Imaging Lab [1], hemos trabajado con conjuntos de muestras controladas y obra pictórica real sobre soporte de cobre para determinar automáticamente los componentes (pigmentos) utilizados mediante diferentes técnicas de extracción automática, y utilizando un modelo sustractivo de mezcla. En este TFG, se utilizarán obras pictóricas de óleo sobre lienzo del artista Francisco Javier R. Amores cuya paleta es conocida, para automatizar el proceso de unmixing. Se operará en dos fases: la primera es la determinación inicial del mejor modelo de mezcla y de extracción de componentes para obtener la reconstrucción espectral más precisa y también para la identificación de pigmentos. La segunda será, una vez identificado el mejor modelo, estudiar la dependencia de los resultados con el número de componentes inicialmente estimado para las mezclas, con el fin de proponer una forma de encontrar de manera automática dicho número.

Objetivos planteados:

- 1) Captura de imagen espectral de la paleta de referencia de las obras estudiadas y de las obras en sí.
- 2) Revisión bibliográfica de los modelos de mezcla y de extracción de componentes que han sido utilizados para el estudio de obra pictórica en los últimos años.
- 3) Estudio de los diferentes modelos de mezcla y de extracción automática de componentes, utilizando algunas de las obras de composición menos compleja.
- 4) Identificación del mejor modelo de mezcla y de extracción de componentes.
- 5) Uso de los mejores modelos para estudiar la dependencia de la calidad de las mezclas modelizadas con diferente número de componentes.
- 6) Estudio de la viabilidad de la propuesta de un método de trabajo automatizado para encontrar tanto el modelo óptimo como el número de componentes en una obra cuya paleta no se conoce a priori.



Metodología:

Para el objetivo 1), se utilizarán los sistemas de captura de imagen espectral en los rangos visible e infrarrojo de los que dispone el Color Imaging Lab, y una paleta preparada ad hoc con todos los pigmentos utilizados en las obras que se van a estudiar, y la misma técnica de preparación del lienzo. Para el objetivo 3), se contemplan inicialmente los modelos: sustractivo en el espacio hiperespectral de reflectancia (R); aditivo en el espacio hiperespectral $-\log(R)$; LIP aditivo, LIP sustractivo [2], y Kubelka-Munk como posibilidad adicional [3]. Para la extracción de componentes, se contemplan inicialmente los algoritmos NFINDR [4], NMF[5], y extracción automática de colores relevantes [6]. Esta propuesta inicial de métodos podrá ser modificada en función de los resultados de la revisión bibliográfica que se realice en el objetivo 2). Para los objetivos 4) y 5), se utilizarán métricas de evaluación de semejanza de espectros (MSE, SAM y diferencias de color CIEDE00 [7], además de las métricas de acierto en la identificación de pigmentos a partir de las librerías de componentes extraídas. Finalmente, para el objetivo 6) se utilizarán obras no estudiadas en los objetivos anteriores, y se intentará diseñar un algoritmo que pueda trabajar solamente con la información espectral del cuadro y con la de la paleta auxiliar con todos los pigmentos, sin que se tenga acceso a la información sobre cuáles de entre los que forman la paleta aparecen efectivamente como utilizados en el cuadro.

Bibliografía:

- [1] López-Baldomero, A.B., Martínez-Domingo, M.A., Hernández-Andrés, J., Blanc, R., Vilchez-Quero, J.L., López-Montes, A. & Valero, E.M. (2023) Endmember Extraction for Pigment Identification Pre- and Post-intervention: A Case Study from a XVIth Century Copper Plate Painting. Archiving 2023
- [2] Grillini, F.; Thomas, J.-B.; George, S. Comparison of Imaging Models for Spectral Unmixing in Oil Painting. Sensors 2021, 21, 2471. <https://doi.org/10.3390/s21072471>
- [3] Berns, R.S., Mohammadi, A. Single-constant simplification of Kubelka-Munk turbid-media theory for paint systems—A review Col Res Appl, 32, 201–207, 2007. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/col.20309>
- [4] Plaza, Antonio & Chang, Chein-I. (2005). An improved N-FINDR algorithm in implementation. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. 5806. 10.1117/12.602373.
- [5] Ren, Bin; Pueyo, Laurent; Zhu, Guangtun B.; Duchêne, Gaspard (2018). "Non-negative Matrix Factorization: Robust Extraction of Extended Structures". The Astrophysical Journal. 852 (2): 104. arXiv:1712.10317
- [6] Efficient quantization of painting images by relevant colors, Z. Tirandaz, D. H. Foster, J. Romero, J. L. Nieves, Scientific Reports, vol. 13, 3034 (2023)
- [7] Viggiano, J. A. Stephen. "Metrics for Evaluating Spectral Matches: A Quantitative Comparison." Computer Graphics, Imaging and Visualization (2004).

A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG

Alumno/a propuesto/a: Eduardo Francisco Rodríguez Palomar

Granada, 17 de Mayo de 2023
(Sello del Departamento)