



**Propuesta de Trabajo Fin de Grado del Doble Grado en Física y Matemáticas
(curso 2021-2022)**

Responsable de tutorización: Eva M. Valero Benito

Correo electrónico: valerob@ugr.es

Departamento: Óptica

Área de conocimiento: Óptica

Responsable de cotutorización: Rafael Huertas

Correo electrónico: rhuertas@ugr.es

Departamento: Óptica

Área de conocimiento: Óptica

(Rellenar sólo en caso de que la propuesta esté realizada a través de un estudiante)

Estudiante que propone el trabajo: Mercedes Parody Guzmán

Título: Algoritmo de ayuda activa (recolocación) personalizado para sujetos daltónicos

Número de créditos: 6 ECTS 12 ECTS

Tipología del trabajo (marcar una o varias de las siguientes casillas):

- 1. Revisiones y/o trabajos bibliográficos sobre el estado actual de aspectos específicos relacionados con la titulación
- 2. Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática de la titulación, a partir del material disponible en los centros
- 3. Trabajos experimentales, de toma de datos de campo, de laboratorio, etc.
- 4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio
- 5. Elaboración de un informe o un proyecto en el ámbito del grado de naturaleza profesional
- 6. Trabajos relacionados con las prácticas externas

Descripción y resumen de contenidos:

Estudios recientes han permitido evaluar la eficiencia de ayudas de tipo pasivo (filtros) para mejorar la visión del color en sujetos con daltonismo. Se ha avanzado también en la implementación de diferentes algoritmos de simulación de la visión de estos sujetos, y de recoloración o ayuda activa. Basándonos en la idea de que un sujeto daltónico no confunde todos los colores, sino sólo algunos determinados entre sí, nos planteamos un algoritmo de recoloración personalizado, basado en la experiencia visual del sujeto y sus preferencias a la hora de introducir cambios en determinados colores dentro de una escena.

En la primera fase, utilizando muestras del Atlas NCS, se identificarían las zonas concretas de confusión del sujeto, extrayendo algunas muestras de cada página y componiendo una paleta con un número más reducido de colores, en la que el sujeto pueda indicar qué estímulos percibe como iguales entre sí en tono y separar las fichas en grupos tonales según su propia percepción.

El experimento de ordenado de fichas por tonos se utiliza para definir un conjunto básico de colores que confunde el sujeto, y luego se compara con simulaciones utilizando diferentes variantes de tipología y severidad de daltonismo, realizando un clustering de colores en las simulaciones e identificando la mejor simulación como aquella que ofrece el resultado de grupos tonales más similar al del sujeto. Para construir la recoloración de una imagen dada originalmente en color, se realiza una cuantización de color, luego un clustering en color y se

recoloran los colores más cercanos a las fichas NCS que confunde el sujeto, moviéndolos al grupo tonal que al sujeto le parece diferente, pero más cercano. Para optimizar la naturalidad de la escena, se utiliza la simulación más precisa y una métrica que cuantifique las diferencias en contraste L^* CIELAB, tono y croma entre píxeles de diferentes clústeres que estén adyacentes espacialmente en la escena, y con menor peso las que pertenezcan a píxeles más lejanos espacialmente entre sí. La forma matemática de definición de esta métrica es un aspecto fundamental del estudio, ya que determinará qué elementos se penalizan y cuáles se enfatizan en la transformación funcional de la imagen para la recoloración.

Se contará con la disponibilidad de un conjunto reducido de observadores con anomalías de diferentes tipos, para las pruebas necesarias.

Actividades a desarrollar:

La selección de muestras se realizará en una primera fase, utilizando algoritmos de simulación con diferentes tipos y severidades para determinar un conjunto de unas 50 muestras que contenga colores poco discernibles para diferentes tipos de sujetos daltónicos (pueden ser diferentes para cada tipo de daltónico simulado), y siempre discernibles para un sujeto con visión normal del color. Luego, el sujeto realizará la prueba de ordenación de tonos con las 50 fichas correspondientes a su tipo de anomalía. Una vez identificados los colores problemáticos para el sujeto, y sus grupos tonales con las 50 muestras seleccionadas, se ordenarán dichos grupos por similitud de tono. Después, se determinará de forma automática con un cierto umbral de semejanza cuya forma funcional se estudiará en el espacio de color CIELAB utilizando herramientas de modelización predictiva basadas en la distribución estadística de las muestras en la imagen, y diferentes modelos de simulación, una agrupación de muestras en la imagen simulada en igual número de grupos que los que haya seleccionado el sujeto. Se determinará entre distintas alternativas funcionales de distancia relativa (euclídea, Chebyshev, Kullback-Leibler) una métrica de evaluación de los resultados de la simulación para cuantificar qué simulación resulta en unos grupos tonales más cercanos a los resultados de la clasificación de colores del sujeto. Finalmente, se aplicará el algoritmo de recoloración a la escena realizando una cuantización en color e identificando los colores más próximos a los grupos tonales de referencia del sujeto. Si hay más de un color en la escena en el mismo grupo tonal, se procederá a recolorar los elementos con mayor número de píxeles moviéndolos al grupo tonal diferente más próximo, caracterizado por su centroide y un criterio apropiado de distancia umbral. La recoloración se aplicará en el espacio CIELAB, que se habrá dividido en celdas de diferente tamaño correspondientes a los grupos tonales del sujeto, estudiándose la forma geométrica y volumen más adecuados para las celdas. Tras esta primera recoloración, el nivel de luminosidad se seleccionará mediante una optimización con una métrica desarrollada de forma que tenga en cuenta varios aspectos (contraste, tono y croma de estímulos adyacentes utilizando la simulación más adecuada para el sujeto) para tratar de conseguir un resultado de recoloración que resulte tener la mayor naturalidad posible, pero a la vez permita al sujeto poder diferenciar mayor número de colores en la escena recolorada. Para construir esta métrica, se utilizarán herramientas de análisis funcional para verificar su convexidad y se partirá de la hipótesis simple de una combinación de distancias con diferentes pesos.

Objetivos planteados

1. Selección del conjunto de muestras NCS para utilizar en la experiencia psicofísica con los sujetos.

2. Realización de la experiencia psicofísica de ordenado por tono o semejanza de color.

3. Obtención de las funciones de distancia óptimas para identificar la mejor simulación (euclídea, Chebyshev, Kullback-Leibler)

4. Estudio de la disposición geométrica y volumen adecuado de las celdas tonales y de la función de transformación vectorial en el espacio de color CIELAB para recolorar los estímulos problemáticos en una escena dada.
5. Desarrollo de la función de optimización de la naturalidad del resultado final, evaluando su convexidad y aplicando distintos modelos de combinación de métricas de distancia en espacios vectoriales de representación del color, desde el más simple (combinación lineal) hasta otras posibilidades más complejas (funciones polinómicas, logarítmicas o composiciones con aplicaciones afines).
6. Implementación de la recoloración para una escena natural y evaluación de resultados mediante un cuestionario por parte del sujeto, métricas de calidad de imagen y evaluación de los resultados de la métrica de optimización desarrollada.

Bibliografía

Miguel A. Martínez-Domingo, Luis Gómez-Robledo, Eva M. Valero, Rafael Huertas, Javier Hernández-Andrés, Silvia Ezpeleta, and Enrique Hita, "Assessment of VINO filters for correcting red-green Color Vision Deficiency," Opt. Express 27, 17954-17967 (2019)

Madalena Ribeiro and Abel J. P. Gomes. 2019. Recoloring Algorithms for Colorblind People: A Survey. ACM Comput. Surv. 52, 4, Article 72 (September 2019), 37 pages. DOI:<https://doi.org/10.1145/3329118>

Tsekouras, G.E.; Rigos, A.; Chatzistamatis, S.; Tsimikas, J.; Kotis, K.; Caridakis, G.; Anagnostopoulos, C.-N. A Novel Approach to Image Recoloring for Color Vision Deficiency. Sensors 2021, 21, 2740. <https://doi.org/10.3390/s21082740>

N. Riquelme, C. Von Lücken and B. Baran, "Performance metrics in multi-objective optimization," 2015 Latin American Computing Conference (CLEI), 2015, pp. 1-11, doi: 10.1109/CLEI.2015.7360024.

Firma del estudiante
(solo para trabajos propuestos por alumnos)

Firma del responsable de tutorización

Firma del responsable de cotutorización (*en su caso*)

En Granada, a 21 de Mayo de 2021