



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Caracterización óptica de las superficies de los acuarios del Biodomo

Descripción general (resumen y metodología):

Descripción general

Cuando observamos un pez dentro de un acuario, la luz reflejada por el animal debe atravesar tres medios distintos antes de llegar a nuestros ojos: agua (n_1 aprox. 1.33), vidrio o acrílico (n_2 approx. 1.50) y aire (n_3 approx. 1.00).

En un acuario de caras planas, la refracción de la luz (descrita por la Ley de Snell) provoca un desplazamiento aparente; el pez parece estar más cerca de lo que realmente está y ligeramente más grande. Sin embargo, en un acuario curvo (como los diseños panorámicos o cilíndricos), la superficie refractiva no es plana. La interfaz convexa desde el punto de vista del observador (y cóncava desde el interior) convierte a la pared del acuario en una lente divergente o convergente compleja, dependiendo de la posición del pez y del observador. Dado que el índice de refracción del agua es mayor que el del aire, una superficie de vidrio curvada hacia afuera (convexa hacia el aire) actúa en la práctica como una lente de aumento (lente positiva o dioptrio esférico/cilíndrico). El valor de este aumento depende del radio de curvatura de la superficie del acuario, el grosor del material transparente, la distancia del objeto respecto a la pared del acuario y la distancia del observador respecto a la pared del acuario.

El efecto más común es que, a medida que el pez nada hacia los extremos de la curvatura o cambia su profundidad, su imagen se distorsiona de manera asimétrica (aberración astigmática si es cilíndrico) y experimenta un aumento variable, alterando la percepción de su tamaño real.

Para cuantificar cómo afecta la curvatura al aumento de la imagen, se propone la siguiente metodología de carácter experimental y analítico, dividida en cuatro fases:

Metodología

Fase 1: Diseño Experimental

Selección de Muestras: seleccionar un acuario pequeño con superficie curva (ej. semicilíndrico) y, como grupo de control, un acuario de caras planas con el mismo grosor de cristal.

Patrón de Referencia (Sujeto de prueba): En lugar de usar peces vivos (cuyo movimiento introduce variables incontrolables), se utilizarán rejillas de calibración (grids) sumergibles con cuadrículas de tamaño conocido y modelos estáticos 3D a escala.

Instrumentación: Una cámara digital montada en un trípode (para simular el ojo del observador a una distancia fija) y un distanciómetro láser.

Fase 2: Toma de Datos

Llenado y Estabilización: Llenar el acuario con agua y estabilizar a temperatura ambiente para asegurar que el índice de refracción sea constante.

Posicionamiento de la Rejilla: Colocar la rejilla de referencia dentro del acuario de forma paralela a la tangente de la curva.

Variación de Profundidad: Posicionar la rejilla a diferentes distancias medidas desde el vértice interno del cristal curvo.

Captura de Imágenes: Tomar fotografías desde el exterior en posiciones angulares fijas (frontal y ángulos oblicuos).

Control: Repetir el proceso exacto en el acuario de caras planas para aislar el efecto exclusivo de la curvatura.

Fase 3: Análisis de Imagen y Cuantificación

Procesamiento: Utilizar software de análisis de imagen (como ImageJ) para medir el tamaño aparente (en píxeles, convertidos a centímetros) de la cuadrícula en las fotografías.

Cálculo del aumento: Calcular el aumento experimental para cada distancia.

Evaluación de la distorsión: Medir la diferencia de aumento entre los ejes vertical y horizontal en los bordes de las imágenes (evaluación de distorsión cilíndrica/astigmatismo).

Fase 4: Comparación Teórico-Experimental

Modelo Teórico: Calcular la magnificación teórica aplicando la ecuación del dioptrio para lentes gruesas en los ejes correspondientes, utilizando el radio de curvatura medido del acuario.

Ajuste de Datos: Graficar el aumento versus la distancia de profundidad y superponer la curva teórica.

Conclusiones: Determinar el margen de error y establecer a qué profundidad el aumento de la imagen de los peces se vuelve crítico o genera demasiada distorsión para una correcta observación.

Fase 5: Estudio Experimental de acuarios grandes del Biodomo

Intentar medir u obtener los datos de la curvatura de las superficies de los diferentes acuarios del Biodomo.

Tomar fotografías de diferentes peces en diferentes posiciones.

Extrapolar los resultados del modelo estudiado con acuarios pequeños.

Establecer teóricamente cómo afecta el aumento para diferentes posiciones del observador y comprobarlo experimentalmente.

Tipología: Trabajos experimentales, de toma de datos de campo o de laboratorio.

Objetivos planteados:

Este estudio se centra en la caracterización óptica de las superficies curvas de los acuarios y en cómo la geometría del cristal altera la percepción visual, específicamente produciendo un aumento o distorsión en la imagen de los peces. Debido a la diferencia en los índices de refracción entre el agua, el material del acuario (vidrio o acrílico) y el aire, las paredes curvas actúan como lentes (típicamente cilíndricas o esféricas). El objetivo es cuantificar este aumento aparente y establecer un modelo físico-matemático que relacione el radio de curvatura del acuario, la posición del objeto (pez) y el aumento final percibido por el observador, proporcionando una guía para la correcta visualización de la fauna marina del acuario.

Bibliografía básica:

1. Casas, J. (1994). Óptica (7ª ed.). Universidad de Zaragoza.
2. Born, M., & Wolf, E. (2019). Principles of optics: Electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light (7th ed.). Cambridge University Press.
3. Pedrotti, F. L., Pedrotti, L. M., & Pedrotti, L. S. (2017). Introduction to optics (3rd ed.). Cambridge University Press.
4. Hecht, E. (2017). Óptica (5ª edición). Pearson.

5. Treibitz, T., Schechner, Y. Y., & Singh, H. (2011). Flat and hemispherical refractive geometry. En Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR).
6. Schneider, C. A., Rasband, W. S., & Eliceiri, K. W. (2012). NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. Nature Methods, 9(7), 671-675.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: RAFAEL HUERTAS ROA

Ámbito de conocimiento/Departamento: ÓPTICA

Correo electrónico: rhuertas@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:

Correo electrónico: