

Practica 1 : MTF del ojo humano.

Aguilera Palacios Luis Ernesto, leapvader.1998@hotmail.com

Padilla Castillo Aaron Samir, samir.castill@gmail.com

Facultad de Ingenieria, UNAM

Octubre 2020

Resumen

In the following pages we will show how we can observe in an experimental way the human-eye MTF (Modulation Transfer Function).

1. Objetivos

1. Encontrar la MTF del ojo experimentalmente.
2. Encontrar la frecuencia de máxima sensibilidad del ojo humano.

2. Introducción

La MTF es una de las formas que se utilizan para analizar subjetivamente la salud visual de las personas, pues con este tipo de funciones se logra apreciar la sensibilidad al contraste que tiene una persona, esto repercute en como podemos apreciar texturas y relieves. [1]

Como el ojo es sensible a las formas exponenciales de las funciones se usaran una función senoidal con argumento exponencial para generar el eje horizontal de vectores para la imagen. [2]

Para el eje vertical se utilizará una función exponencial negativa escogida arbitra-

riamente para hacer la atenuación.

Por último se compararán los resultados obtenidos con los valores promedios según el estudio [1].

3. Desarrollo

3.1. Cálculos

Realizar el cálculo necesario para obtener la función sinusoidal modulada en frecuencia y en amplitud (cálculo de las constantes).

Ecuación de atenuación exponencial en el eje y

$$f(y) = e^{-0,3*y} \quad (1)$$

Ecuación senoidal en el eje x

$$\phi(x) = k_1 * e^{k_2*x} \quad (2)$$

$$f(x) = \text{Sin}(\phi(x)) \quad (3)$$

Derivada del argumento

$$\phi'(x) = k_1 * k_2 * e^{k_2 * x} \quad (4)$$

Evaluando en la frontera

$$\phi'(x) \Big|_{x=0} = k_1 * k_2 = 0,005 \quad (5)$$

$$\phi'(x) \Big|_{x=511} = k_1 * k_2 * e^{511 * k_2} = \pi \quad (6)$$

Despejando para k1 y k2

$$k_1 * k_2 = \frac{\pi}{e^{511 * k_2}} \quad (7)$$

$$0,005 = \frac{\pi}{e^{511 * k_2}} \quad (8)$$

$$\ln e^{511 * k_2} = \ln \frac{\pi}{0,005} \quad (9)$$

$$511 * k_2 \approx 6,443 \quad (10)$$

$$k_2 \approx 0,0126 \quad (11)$$

$$k_1 \approx 0,3966 \quad (12)$$

3.2. Senoidal Modulada

Desplegar el estímulo visual (senoidal modulada).

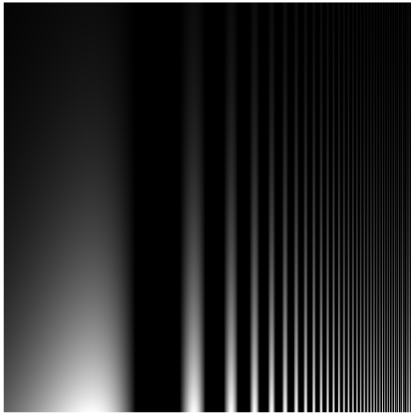


Figura 1: Figura generada con Matlab usando las funciones descritas (ecuaciones 1 y 2)

3.3. MTF Experimental

Observar la MTF a varias distancias de observación.

Distancias observadas: 0.65, 1.2 y 2 metros

3.4. Cálculo Fmax

Calcular la frecuencia de máxima sensibilidad (en ciclos/grado) a 3 distancias diferentes de observación.

Para el cálculo de la frecuencia en ciclos/grado

$$f_{max} = \frac{\phi(x) \Big|_{x=f_i}}{2\alpha\pi} \quad (13)$$

$$\alpha = \arctan(d/D) \quad (14)$$

Siendo f_i los valores de x encontrados en las mediciones, d el tamaño del monitor y D la distancia del observador.

4. Resultados

4.1. Tabla con los valores obtenidos

x	Distancia[m]	Fmax[ciclos/pixel]	F[ciclos/grado]	α [grados/pixel]
280	0.65	1.1287	2.6105	0.4324
280	1.2	1.1288	4.6077	0.2450
235	2.0	1.1629	7.8101	0.1489

*d=0.3[m]

En la tabla se pueden observar valores dentro de lo normal para una persona de aproximadamente 20 años (edad del sujeto de prueba) que concuerda con el estudio señalado en la introducción [1].

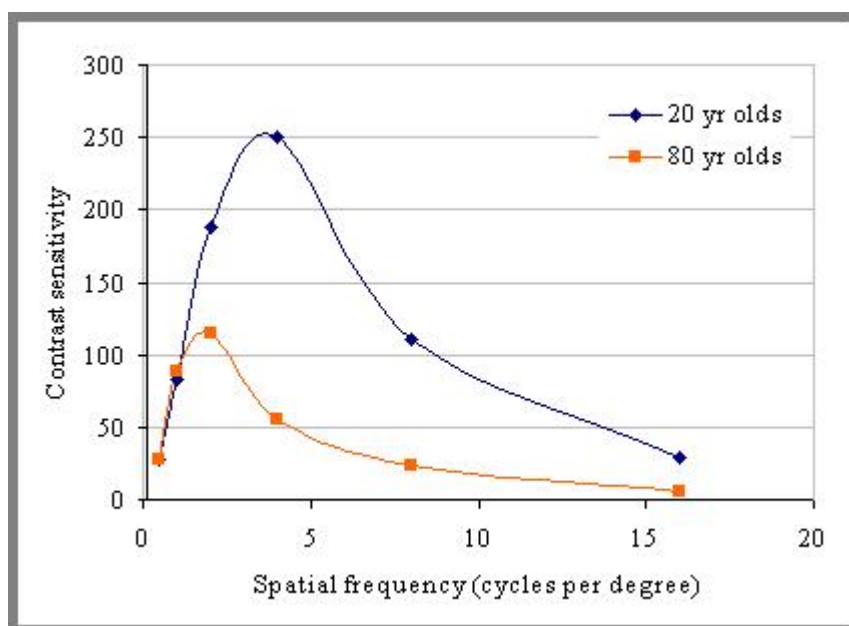


Figura 2: Gráfico usado de referencia.

fuelle:<https://www.informacionopticas.com/sensibilidad-al-contraste-funcion/>

En el gráfico se puede apreciar que en una persona de 20 años de edad el valor más probable de observar en ciclos por grado es de unos 4 5.

5. Código fuente

```
clear all;
res = 511;
k1 = 0.396551;
k2 = 0.0126087;

x = 0:1:res;
y = 0:10/res:10;
f1 = sin (k1*exp(k2*x));
figure(1);
imshow(f1);

f2 = double(exp(-0.3*y));
f3 = fliplr(f2)';
figure(2);
imshow(f3);

for i=1:res
    for j=1:res
        A(j,i)=double(f3(j)*f1(i));
    end
end
```

Figura 3: Código con Matlab

6. Conclusiones

Los valores obtenidos con la prueba parecen estar dentro del rango normal.

Sobre la práctica; es interesante ver los efectos visuales que nuestros propios sentidos crean por el simple hecho de su diseño biológico por lo que a veces será importante tomar en cuenta estos efectos para no cometer errores de medición o de percepción.

Referencias

- [1] “Sensibilidad al contraste 2020,” Feb 2020. [Online]. Available: <https://www.informacionopticas.com/sensibilidad-al-contraste-funcion/>
- [2] “Función senoide,” Jun 2020, page Version ID: 126856953. [Online]. Available: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Sinusoide&oldid=126856953>