

Práctica 1 - MTF del ojo humano

Daniel Torres Robledo
shadow.cat6333@gmail.com

Andrés Fuentes Hernández
andres7233@hotmail.com

Abstract—En este documento se describen las aplicaciones de la *MTF*, el cálculo de ecuaciones para generarla en *python*, así como experimentos utilizando este estímulo con diferentes personas a distintas distancias, que para obtener medidas invariantes a la distancia de observación, el cálculo de esta frecuencia será expresado en ciclos/grado.

Index Terms—*MTF*, *SVH*, *python*, sinusoidal modulada, experimentos, invariantes

I. Objetivo

- Encontrar la *MTF* del ojo experimentalmente.
- Encontrar la frecuencia de máxima sensibilidad del ojo humano.
- Generar los cálculos necesarios para obtener la función sinusoidal en frecuencia y amplitud.
- Desplegar el estímulo visual sinusoidal modulada.

II. Introducción

La *MTF* (*Modulation Transfer Function*) o función de transferencia de modulación se ha convertido en una herramienta muy utilizada para especificar el rendimiento y la resolución de toda clase de sistemas ópticos y de visión, que van desde lentes, cintas magnéticas y películas hasta telescopios, la atmósfera y el ojo humano.

La *MTF* es usada para caracterizar sistemas lineales e invariantes en el espacio, sin embargo, a pesar de que el Sistema Visual Humano (*SVH*) no cumple con estas dos propiedades, la *MTF* se ha utilizado para caracterizarlo bajo condiciones de iluminación controladas.

La *MTF* también puede interpretarse como la capacidad de un sistema óptico para percibir contraste, es decir, la capacidad de resolver o diferenciar líneas a una determinada frecuencia espacial.

Para entender de manera simplificada el concepto de frecuencia espacial, hay que notar que las frecuencias espaciales bajas equivalen a repeticiones de patrones muy separados espacialmente (por ejemplo, líneas muy separadas) y que las altas equivalen a repeticiones más compactas.

Hay que considerar que todo sistema de visión tiene un límite superior a partir del cual ya no le es posible distinguir más detalles. Este límite está directamente relacionado con la frecuencia de *Nyquist* [4]. En los estudios de sensibilidad del *SVH* a base de experimentación psico-física, se ha encontrado que su *MTF* consiste en una función del tipo paso-banda con un pico o frecuencia espacial máxima en el rango de 2 a 6 ciclos por grado [1] [2].

En esta practica se examinará la sensibilidad del *SVH* a distintas frecuencias espaciales; la idea general de crear un

patrón de sinusoidales, cuya frecuencia aumenta en el eje horizontal y el contraste en el eje vertical. La envolvente del patrón visibles generalmente muestra un comportamiento similar a la curva de la *MTF*.

Comprobaremos que dicho pico, que representa la frecuencia máxima de sensibilidad del ojo humano se moverá conforme el observador se aleja o acerca del estímulo. Para obtener una medición invariante a la distancia de observación, el cálculo de esta frecuencia de observación debe ser expresado en ciclos/grado.

III. Desarrollo

En esta sección se muestra el cálculo para obtener las constantes de la función sinusoidal modulada en frecuencia y en amplitud.

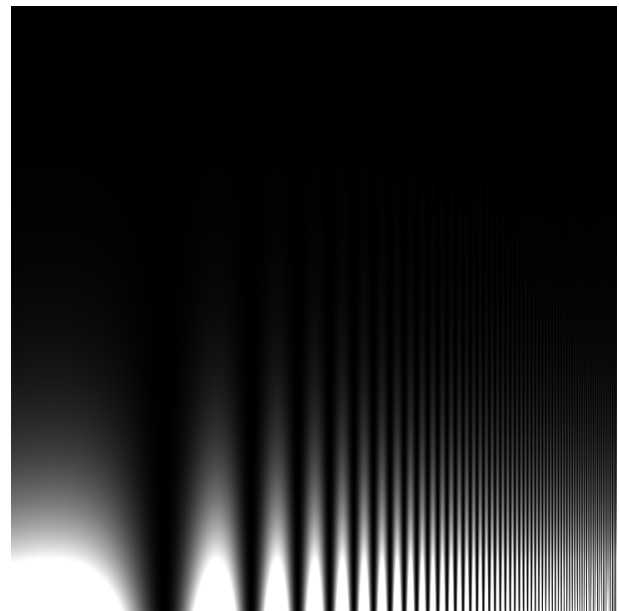


Fig. 1. Estímulo visual (sinusoidal modulada).

IV. Resultados

Los resultados deberán presentarse con los cálculos respectivos para obtener la frecuencia de máxima sensibilidad para cada una de las distancias con las que se experimentó

3. Observar la *MTF* a varias distancias de observación.
4. Calcular la frecuencia de máxima sensibilidad (en ciclos/grado) a 3 distancias diferentes de observación

	$D_1 = 30cm$	$D_2 = 60cm$	$D_3 = 100cm$
X	0	0	0
ϕ'	0	0	0
α	0	0	0
f	0	0	0

Fig. 2. Tabla de resultados, experimento 1.1.

	$D_1 = 30cm$	$D_2 = 60cm$	$D_3 = 100cm$
X	0	0	0
ϕ'	0	0	0
α	0	0	0
f	0	0	0

Fig. 3. Tabla de resultados, experimento 1.2.

V. Conclusiones

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

VI. Código fuente

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

REFERENCES

- [1] Pratt, W. k., Digital Image Processing, John Wiley & Sons Inc, 2001.

- [2] Levine, M.D., Vision in man and machine, McGraw-Hill, 1985.
 [3] Norman Koren, *Resolution and MTF curves in scanners and sharpening*. Available at <http://www.normankoren.com/Tutorials/MTF2.html>. [Accessed Agosto 31, 2019]
 [4] Norman Koren, *Nyquist frequency*. Available at https://en.wikipedia.org/wiki/Nyquist_frequency. [Accessed Agosto 31, 2019]

	$D_1 = 30cm$	$D_2 = 60cm$	$D_3 = 100cm$
X	0	0	0
ϕ'	0	0	0
α	0	0	0
f	0	0	0

Fig. 4. Tabla de resultados, experimento 1.3.