

# Ejercicio Práctico 1: Modelo de formación de la imagen

## Sistemas de Percepción, 4<sup>o</sup> GIERM

Con este ejercicio, se pretende poner en práctica los conocimientos adquiridos en el primer bloque de la asignatura, relacionados con la formación de imágenes. En particular, dado un objeto plano con modelo geométrico conocido y, a partir de la definición de su posición y orientación relativa a la cámara, se desea producir la imagen que de dicho objeto se obtendría.

### 1 Definición del objeto

Se deberá generar un modelo geométrico del objeto de interés. Dicho objeto consistirá en una matriz de puntos coplanarios, que bien podrían corresponder a los vértices de los cuadrados de un tablero de ajedrez. El sistema de coordenadas "universal",  $\{W\}$ , estará fijo a este objeto tal y como se muestra en la Fig. 1. Como se aprecia,  $\{W\}$  se ha definido de forma que su origen coincida con uno de los puntos vértices de la matriz y haciendo que todos los puntos estén contenidos en el plano  $x_W - y_W$

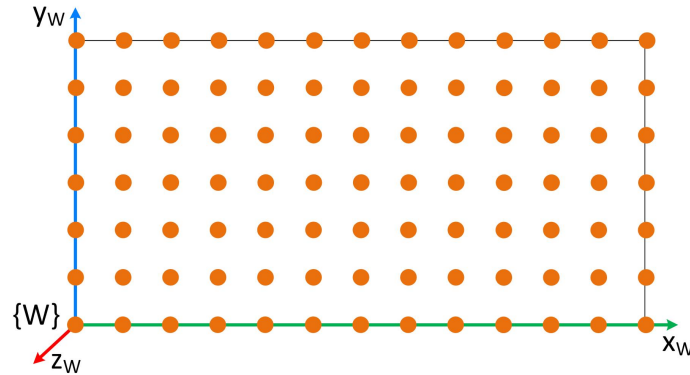


Figure 1: Geometría del objeto.

Cada alumno elegirá a voluntad las dimensiones de dicha matriz de puntos y la separación entre los mismos. Se recomienda usar un número diferente de filas y columnas, de forma que el tablero resulte rectangular, en lugar de perfectamente cuadrado. Por otro lado, si bien las filas deben ser equidistantes entre sí, al igual que las columnas entre sí, no es necesario que la separación usada para las filas coincida con la usada para las columnas. El eje  $x_W$  se alineará con la arista más larga del tablero, el eje  $y_W$  con la arista más corta, mientras que el eje  $z_W$  deberá quedar perpendicular al plano del tablero, de acuerdo con la regla de la mano derecha.

### 2 Parámetros de la cámara

Inicialmente, se pueden tomar los siguientes parámetros para la cámara, que pueden corresponder a los de una cámara de un teléfono móvil particular:

- Distancia focal:  $f = 4.2 [mm]$
- Resolución de la imagen ( $N \times M$ , ancho x alto):  $(4128 \times 3096) [pix]$
- Tamaño del sensor (ancho x alto):  $(4.96 \times 3.52) [mm]$
- Punto principal de la imagen:  $(u_0, v_0) = \left(\frac{N}{2} + 1, \frac{M}{2} - 2\right) [pix]$
- Coeficiente de no perpendicularidad de los ejes del sensor (*skew*):  $s = 0$ .

Antes de realizar las operaciones, tenga precaución con las unidades en las que están expresados los parámetros.

En una parte de la práctica, se usará distorsión, acorde con el modelo de distorsión radial/tangencial visto en clase y tomando los siguientes valores de los parámetros:

- Coeficientes de distorsión radial:  $\kappa_{r_1} = 0.144$ ,  $\kappa_{r_2} = -0.307$
- Coeficientes de distorsión tangencial:  $\kappa_{t_1} = -0.0032$ ,  $\kappa_{t_2} = 0.0017$

### 3 Posición relativa entre cámara y objeto

Debe definirse a voluntad la posición y orientación relativa entre el objeto y la cámara, con lo cual quedarían definidos el vector de traslación  ${}^w t_c$  y la matriz de rotación  ${}^w R_c$ , que llevarían al sistema de coordenadas  $\{\mathcal{W}\}$  a estar superpuesto sobre el de la cámara. Estas posiciones y orientaciones deben definirse de forma coherente para que el objeto sea visible, al menos parcialmente desde la cámara. Puede comenzarse con una disposición de la cámara perfectamente enfrentada al objeto, a una cierta distancia y, a partir de ahí, realizar diversos ensayos en los que se vaya viendo el efecto que tiene el desplazar o girar la cámara de diversas formas.

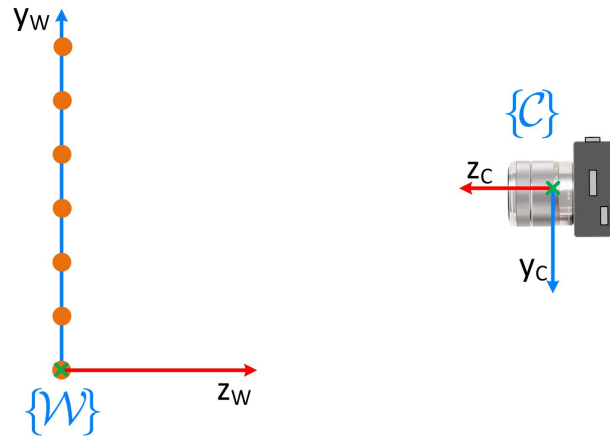


Figure 2: Vista lateral de una posible disposición inicial relativa entre cámara y objeto.

## 4 Desarrollo del trabajo

Se deberán realizar el/los programas necesarios para definir la geometría del objeto, la disposición relativa entre objeto y cámara y las operaciones requeridas para la obtención de la imagen de los puntos de dicho objeto y su visualización mediante Matlab.

En una primera versión del programa, se realizarán todas las operaciones de proyección de los puntos en la imagen ignorando la distorsión de la lente. En una segunda versión, se introducirá el efecto de la distorsión<sup>1</sup>.

Se deberán mostrar diversas pruebas en las que se muestre el resultado de la proyección del objeto en la imagen, al **variar aspectos** tales como la **posición y orientación relativa objeto-cámara**, la **distancia focal** y alguno de los **parámetros de distorsión**.

Se presentará una memoria, incluyendo una breve descripción del trabajo realizado y el listado de el/los programas desarrollados. Se pide la mayor claridad posible en dichos programas y una amplia presencia de comentarios en los mismos. Asimismo, la entrega se acompañará de los propio código fuente en formato *.m*.

En la Fig. 3, se muestra un ejemplo de la disposición relativa entre el objeto y la cámara y de la imagen que de dicho objeto se obtendría. Obsérvese que, en la imagen de la derecha, se ha resaltado en negro el rectángulo que representa los límites de la imagen; asimismo, se ha invertido la dirección típica para la representación del eje vertical, de modo que las coordenadas verticales resulten crecientes hacia abajo (como ocurre en la imagen que leeríamos de memoria<sup>2</sup>).

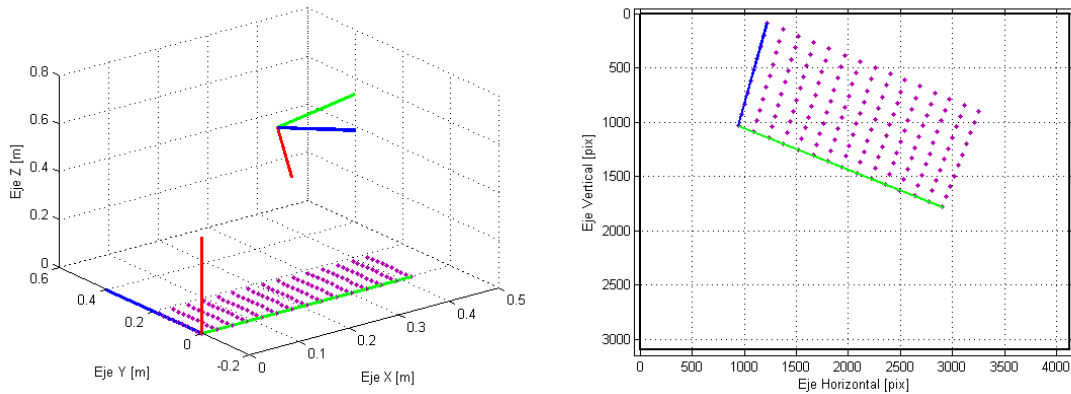


Figure 3: *Izq.* Ejemplo representado mediante Matlab de la posición y orientación relativa. *Der.* Resultado de la proyección del objeto en la imagen.

<sup>1</sup>Estas dos versiones pueden implementarse como una bifurcación *if else end* en Matlab, dentro de un único programa principal.

<sup>2</sup>Esto puede conseguirse mediante el comando de Matlab: `set(gca,'YDir','reverse');`