

## **BALL TRACKING NAO**

### **FUNCIONALIDAD:**

Esta librería permite al robot NAO ser capaz de seguir una pelota de color con la cabeza y moverse hacia ella hasta encontrarse a una determinada distancia de la misma.

Previo al seguimiento de la pelota cuenta con una etapa de reconocimiento y/o calibrado del color de la misma, de forma que el rango de detección deseado se realiza de forma automática sin tener que variar ningún parámetro en la librería.

Por tanto, el funcionamiento general de la librería se puede dividir en estas dos etapas:

- Detección del rango de color HSV.
- Seguimiento de la pelota con la cabeza o con todo el cuerpo.

### **DETECCIÓN DEL RANGO DE COLOR HSV:**

Esta etapa se realiza con la ayuda de los botones táctiles incluidos en la parte superior de la cabeza del robot NAO, que son los mostrados en la figura 1.



Figura 1 – Botones táctiles situados en la cabeza.

El modo de funcionamiento de los botones táctiles de la cabeza se encuentra recogido en forma de diagrama en la figura 4 y es el siguiente:

- **Botón A: Frontal.**

Al pulsar este botón se desactiva el modo “tracking”, por tanto el robot deja de seguir la pelota. A su vez se colocan sus brazos en posición de reconocimiento, es decir, estirados hacia adelante, para que la pelota sea colocada entre sus manos y asegurar de esta forma que se vea perfectamente la forma circular de la pelota y que así sea más precisa la detección de su color, tal y como se puede ver en la figura 2.

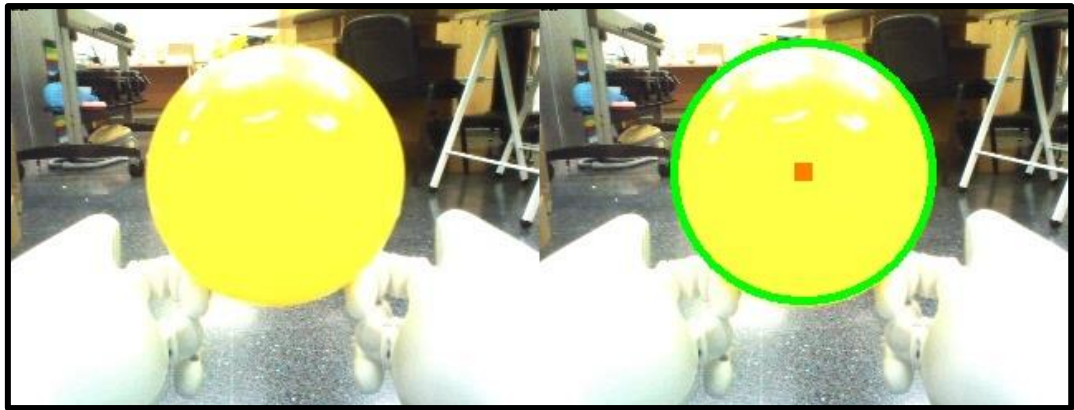


Figura 2 – Pelota entre las manos del NAO para asegurar su reconocimiento.

- **Botón B: Medio.**

Al pulsar este botón, y una vez colocada la pelota entre las manos del NAO para que este pueda verla, se realiza una captura de la imagen vista a través de la cámara superior del robot, de forma que en esta imagen se pueda reconocer la pelota y hacer una estimación del color HSV de los pixels de la misma, tal y como se muestra en la figura 3.



Figura 3 – Rectángulo representativo de los pixels utilizados para la estimación.

El rectángulo naranja de la figura 3 se correspondería con los pixels tomados para calcular la media del rango de color, dado que ocupan el mayor porcentaje del área vista de la pelota. Se realiza la aproximación de esta forma porque en la parte superior de la pelota pueden existir reflejos debidos a la luz existente en la sala que falseen la medida y produzcan un rango de detección de color falso.

Las acciones realizadas al pulsar este botón se pueden resumir de la siguiente forma:

- Obtención de imagen a partir de la cámara superior del NAO.
- Delimitación del contorno y del centro de la pelota para delimitar en que zona coger los pixels.
- Calcular media HSV de los pixels elegidos.
- Determinación del rango de detección a partir del valor HSV calculado.

- **Botón C: Trasero.**

Con la pulsación de este tercer botón se da por concluida la fase de reconocimiento de color y rango de detección y se comienza con el seguimiento de la pelota de color identificada. A su vez, el robot pone sus brazos de nuevo en la posición inicial (estirados al lado de su cuerpo) para hacer ver así que ya comienza con la etapa de seguimiento.

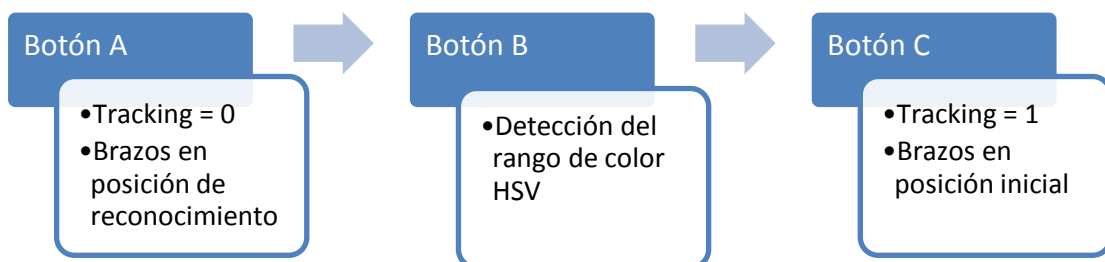


Figura 4 – Modo de funcionamiento botones táctiles.

## SEGUIMIENTO DE LA PELOTA:

- **Movimiento de cabeza.**

El movimiento de cabeza necesario para realizar el seguimiento de la pelota se calcula de forma que se mantenga siempre la pelota en el centro de la imagen que se está obteniendo en tiempo real a través de la cámara superior del NAO.

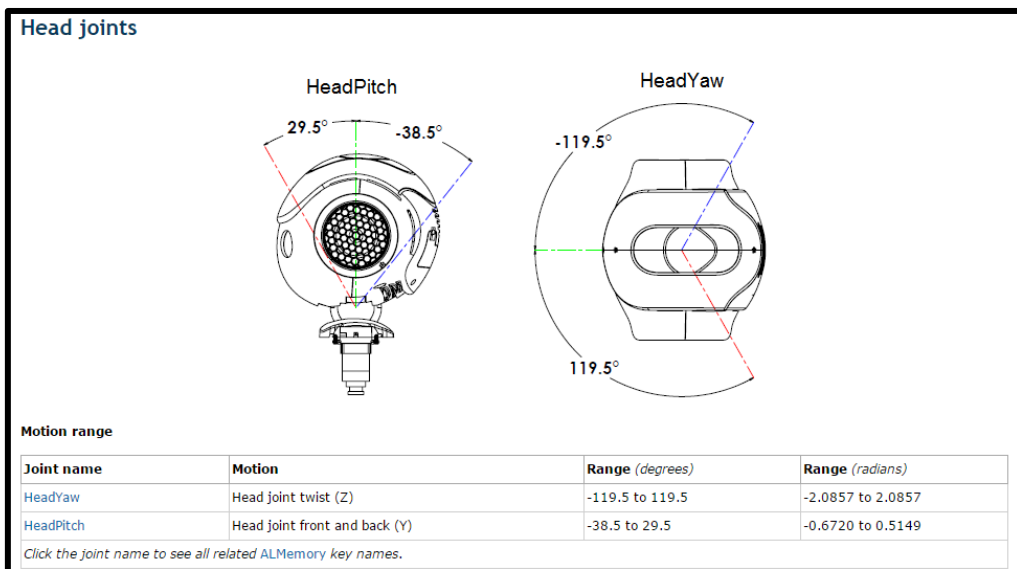


Figura 5 – Rangos de movimiento de la cabeza.

Algunos movimientos de la cabeza se encuentran restringidos, figura 6, para evitar que esta se choque con los hombros del robot y evitar así su desgaste. Para ello, en cada iteración se realiza una predicción de la que será la nueva posición de la cabeza y, si esta es conflictiva, se restringe su movimiento para evitar el choque.

**Anti collision limitation**

Due to potential shell collision at the head level, the **Pitch** motion range is limited according to the **Yaw** value.

HeadYaw	HeadPitch Min	HeadPitch Max	HeadYaw	HeadPitch Min	HeadPitch Max
(degrees)			(radians)		
-119.52	-25.73	18.91	-2.086017	-0.449073	0.330041
-87.49	-18.91	11.46	-1.526988	-0.330041	0.200015
-62.45	-24.64	17.19	-1.089958	-0.430049	0.300022
-51.74	-27.50	18.91	-0.903033	-0.479965	0.330041
-43.32	-31.40	21.20	-0.756077	-0.548033	0.370010
-27.85	-38.50	24.18	-0.486074	-0.671951	0.422021
0.0	-38.50	29.51	0.000000	-0.671951	0.515047
27.85	-38.50	24.18	0.486074	-0.671951	0.422021
43.32	-31.40	21.20	0.756077	-0.548033	0.370010
51.74	-27.50	18.91	0.903033	-0.479965	0.330041
62.45	-24.64	17.19	1.089958	-0.430049	0.300022
87.49	-18.91	11.46	1.526988	-0.330041	0.200015
119.52	-25.73	18.91	2.086017	-0.449073	0.330041

Figura 6 – Restricción de los movimientos de la cabeza.

- **Movimiento del cuerpo hacia la pelota.**

En cuanto al movimiento hacia la pelota, este se hace en función de la distancia a la que se encuentre la misma, por lo que se usa como parámetro

característico para determinar esto su radio, y en función de la posición de la cabeza del robot, de forma que este se desplace hacia adelante o hacia los lados según la posición en la que se encuentre la pelota.

Se toma como radio de referencia para comenzar a andar 50mm. Este radio se corresponde con el que tiene la pelota vista a través de la cámara del robot cuando esta estuviese a una distancia equivalente a la longitud del brazo del robot estirado hacia adelante. A partir de ahí si la pelota se aleja, el radio se hace menor y el robot camina hacia ella hasta volver a quedarse a la misma distancia, y si la pelota se acerca, NAO no se moverá y tan sólo realizará el seguimiento con la cabeza.

En cuanto a la posición de la cabeza, como esta en el eje X (HeadYaw) puede moverse desde -2.0857 a 2.0857 radianes, tal y como se muestra en la figura 5, se considera que la pelota está centrada cuando así lo está la cabeza, es decir, cuando esta última se encuentra en un rango de -0.3 a 0.3 radianes; caso en el que el robot caminará sólo hacia adelante. Si la cabeza se encontrase girada más de 0.3 radianes o menos de -0.3 radianes, se considera que la pelota se encuentra a uno de los lados y, por tanto, el robot caminará hacia adelante y hacia el lado correspondiente.