

Control II

Tarea 8. Control visual basado en imagen

Marco Antonio Esquivel Basaldua

Wednesday 28th October, 2020

1 Matriz de interacción estimada en la posición deseada

El estimar la matriz de interacción solo a partir de la posición deseada permite la realización de menos cálculos al momento de llevar a cabo el control de la cámara. A continuación se presentan los resultados en MatLab, para un valor de longitud focal $f = 0.002$, para los vectores de características iniciales y deseadas siguientes.

$$s_{init} = \begin{bmatrix} -0.5 \\ 0 \\ -0.8 \\ 0^\circ \\ 0^\circ \\ 0^\circ \end{bmatrix} \quad s_{goal} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -0.3 \\ 0^\circ \\ 0^\circ \\ 0^\circ \end{bmatrix}$$

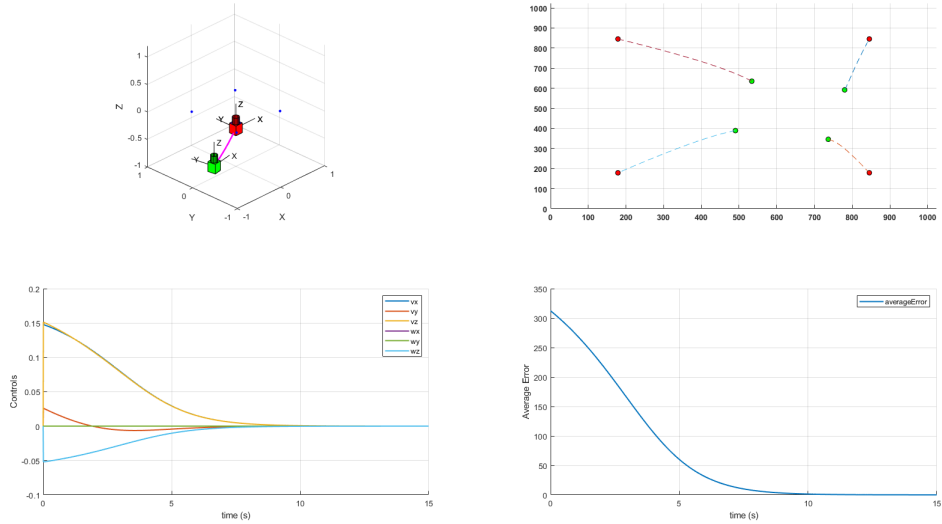


Figura 1. Comportamiento de los grados de libertad de la cámara. Se observa una convergencia exponencial a la posición deseada.

Para visualizar el comportamiento de la ley de control se proponen vectores de características iniciales en las que solo una de las características se ve afectada, es decir, una traslación a lo largo de uno solo de los ejes o una rotación sobre la misma. En todos los casos el vector de características deseado es

$$s = [0 \quad 0 \quad -0.6 \quad 0^\circ \quad 0^\circ \quad 0^\circ]^\top$$

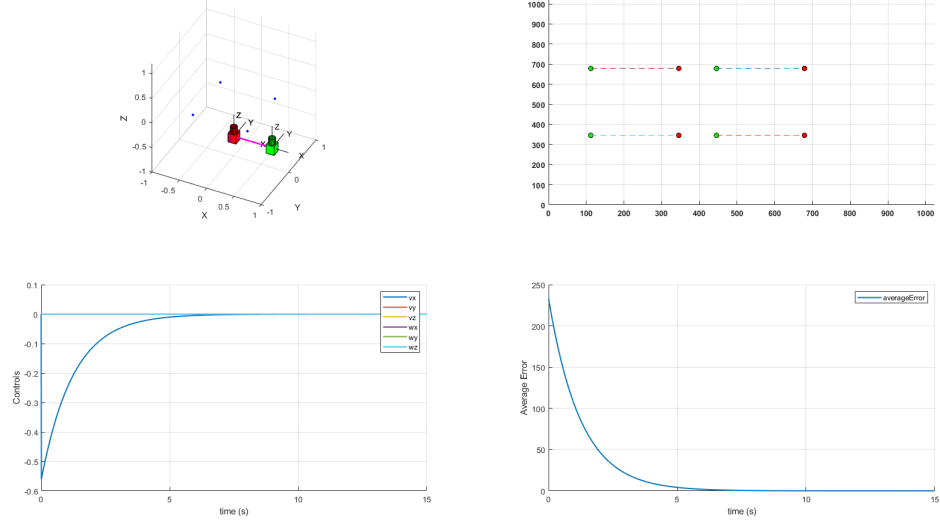


Figura 2. Comportamiento de la ley de control a partir del vector de características $s = [0.7, 0, -0.6, 0^\circ, 0^\circ, 0^\circ]$. La trayectoria de los puntos representa una línea recta que avanza en la imagen en el sentido contrario al movimiento de la cámara en el espacio 3D.

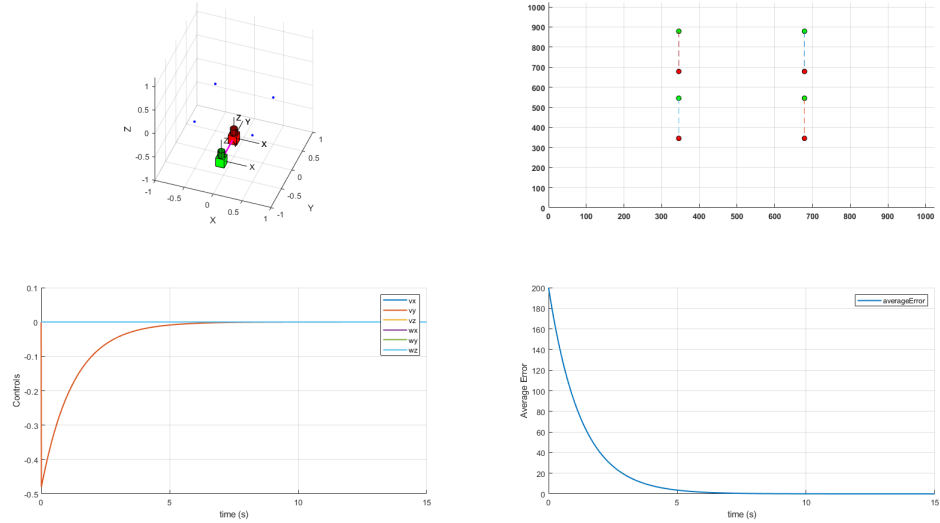


Figura 3. Comportamiento de la ley de control a partir del vector de características $s = [0, 0.6, -0.6, 0^\circ, 0^\circ, 0^\circ]$. La trayectoria de los puntos representa una línea recta que avanza en la imagen en el sentido contrario al movimiento de la cámara en el espacio 3D.

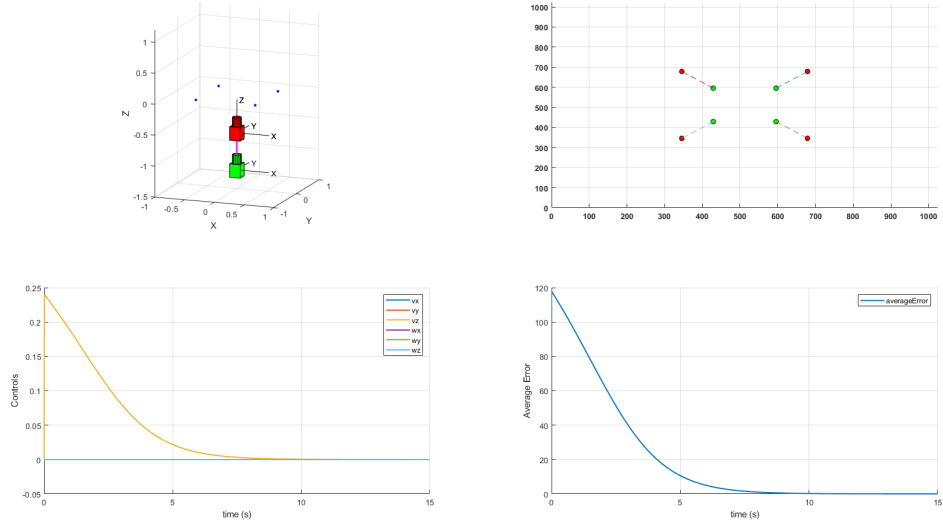


Figura 4. Comportamiento de la ley de control a partir del vector de características $s = [0, 0, -1.2, 0, 0, 0]$. Los puntos en la imagen se abren hacia los extremos ya que la cámara se acerca a ellos.

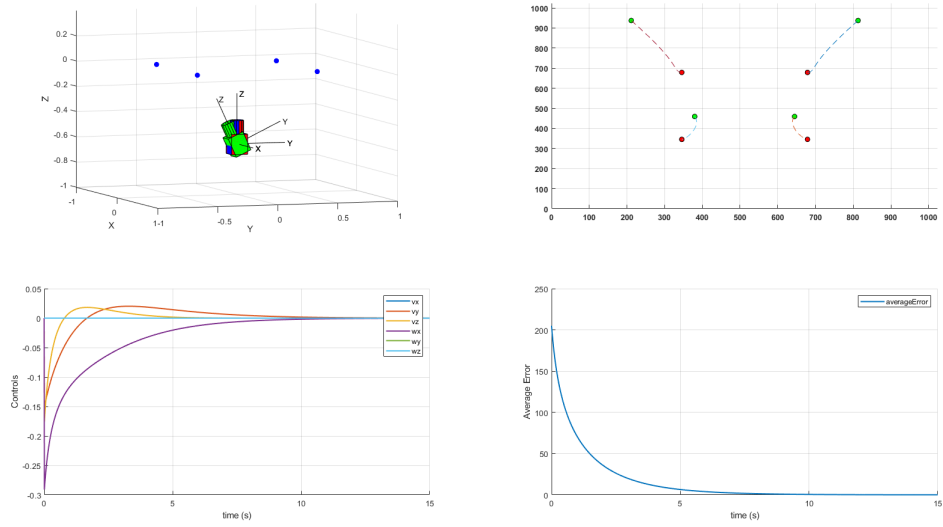


Figura 5. Comportamiento de la ley de control a partir del vector de características $s = [0, 0, -0.6, 25, 0, 0]$. Los puntos en la imagen describen un arco debido a la rotación de la cámara.

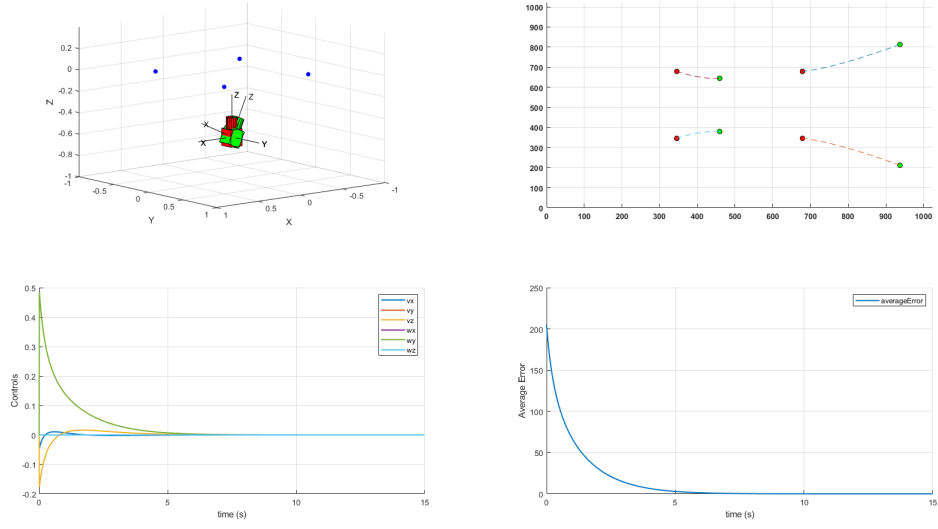


Figura 6. Comportamiento de la ley de control a partir del vector de características $s = [0, 0, -0.6, 0^\circ, -25^\circ, 0^\circ]$. Los puntos en la imagen describen un arco debido a la rotación de la cámara.

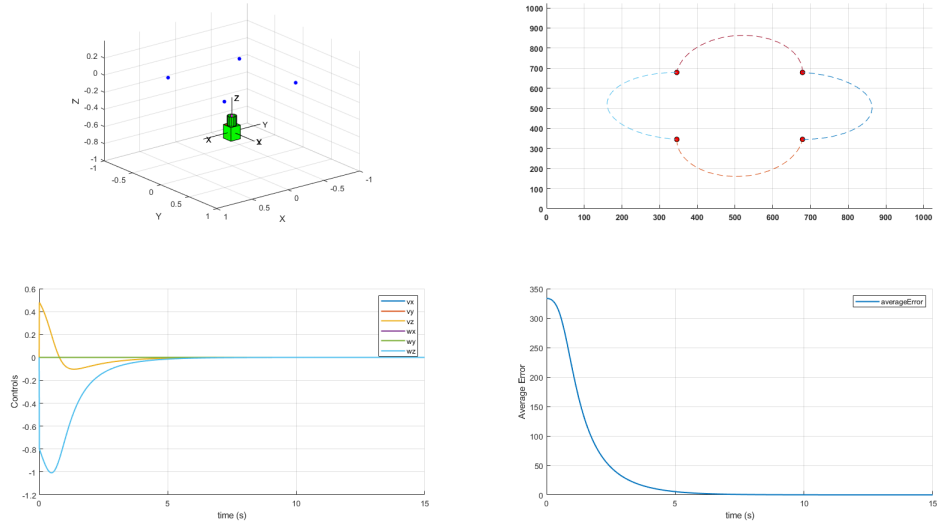


Figura 7. Comportamiento de la ley de control a partir del vector de características $s = [0, 0, -0.6, 0^\circ, 0^\circ, 90^\circ]$. La cámara solo hace una rotación sobre el eje z .

Siguiendo usando este esquema, en el que la matriz de interacción se calcula solamente a partir de la posición deseada, se proponen dos movimientos generales, uno que comienza desde el vector de características s_1 y otro a partir del vector s_2 . En ambos movimientos se utiliza como vector de características deseadas s_{goal} , el mismo usado en la figura 1.

$$s_1 = \begin{bmatrix} -0.5 \\ 0 \\ -0.8 \\ -10^\circ \\ 30^\circ \\ 10^\circ \end{bmatrix}$$

$$s_2 = \begin{bmatrix} 0.3 \\ 0.8 \\ -0.9 \\ 30^\circ \\ 10^\circ \\ 40^\circ \end{bmatrix}$$

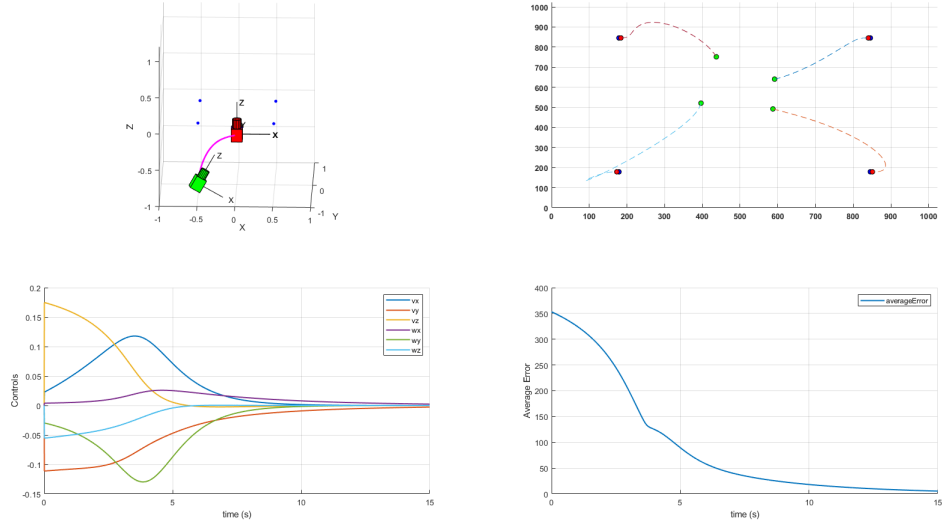


Figura 8. Resultados obtenidos a partir del vector de características s_1 . El comportamiento exponencial ocurre una vez que la cámara se encuentra cerca de la posición deseada.

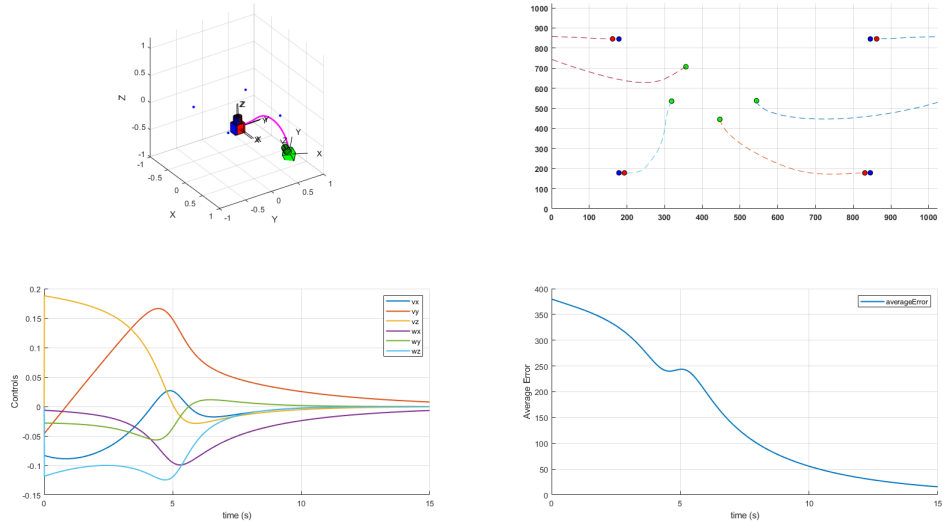


Figura 9. Resultados obtenidos a partir del vector de características s_2 . Al utilizar la matriz de interacción calculada solo a partir de la posición deseada, la cámara hace que dos de los puntos salgan de la escena en la trayectoria a su posición final. Nuevamente el comportamiento exponencial ocurre una vez que la cámara se encuentra cerca de la posición deseada.

2 Subestimación, y sobreestimación de la profundidad de los puntos

Un parámetro importante es la estimación de la profundidad de los puntos. A continuación se presentan los resultados para una subestimación de esta profundidad, una estimación cercana a la real y una sobreestimación. Se utilizan los vectores de características iniciales y deseadas s_{init} , s_{goal} (mismos que en la figura 1).

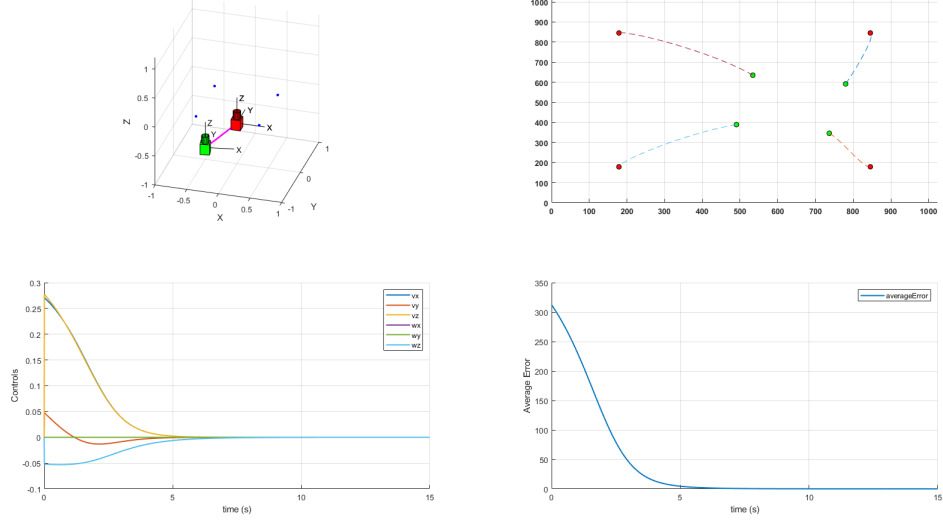


Figura 10. Subestimación de la profundidad. Con una subestimación, es decir que la profundidad es más corta que la real, se logra una convergencia más rápida a la posición deseada.

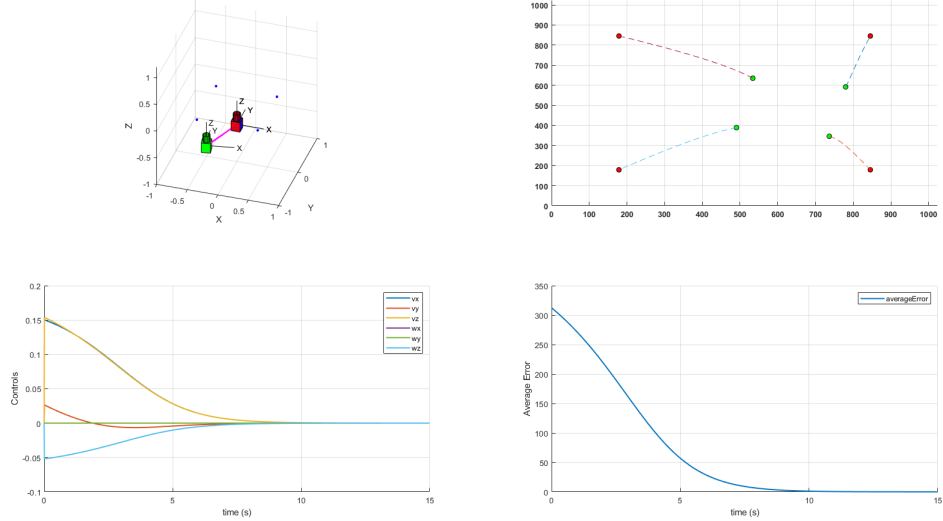


Figura 11. Estimación cercana a real. Se consiguen resultados cercanos a los obtenidos en la figura 1.

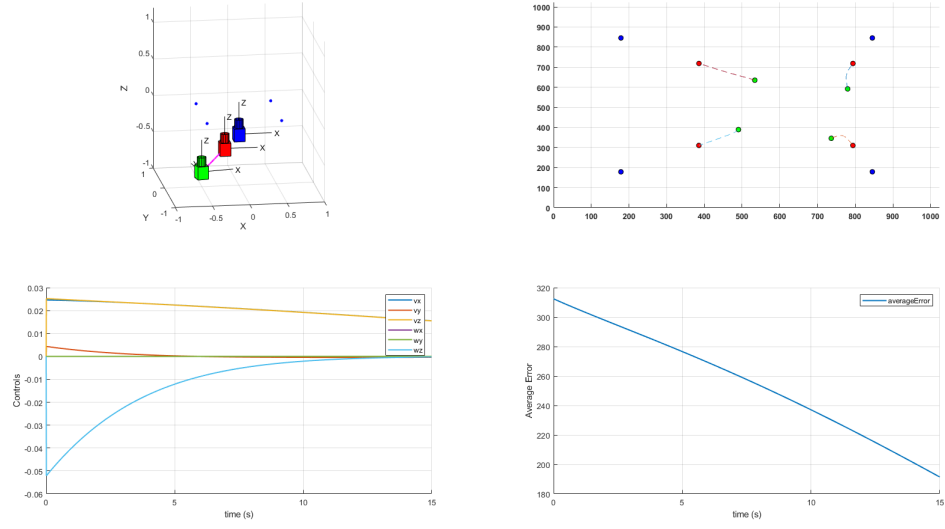


Figura 12. Sobreestimación de la profundidad. Con una sobreestimación, es decir que la profundidad es mayor que la real, la cámara no es capaz de llegar a la posición deseada en el tiempo establecido.

3 Longitud focal

Anteriormente se había usado un valor de longitud focal de 0.002, a continuación se presentan los resultados para distintos valores de este parámetro usando los vectores de características iniciales y deseadas s_{init} , s_{goal} .

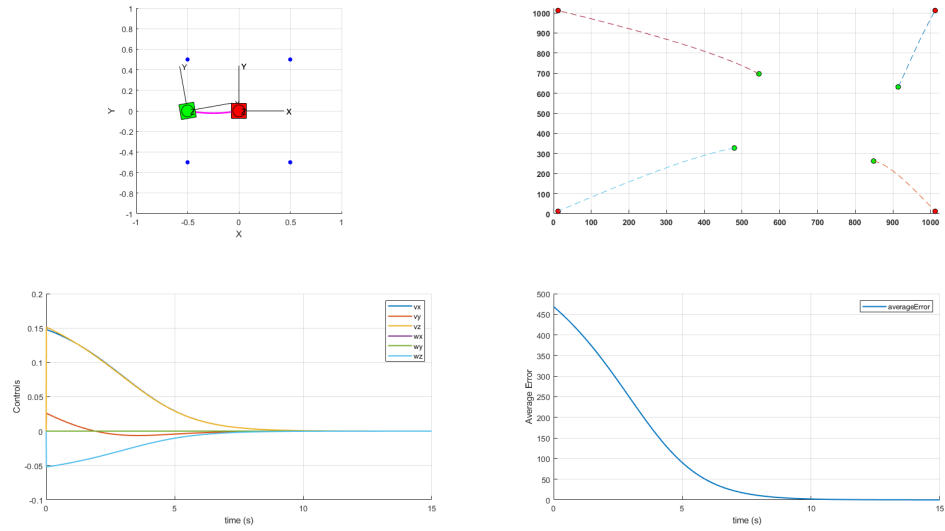


Figura 13. Resultados para un valor de longitud focal $f = 0.03$.

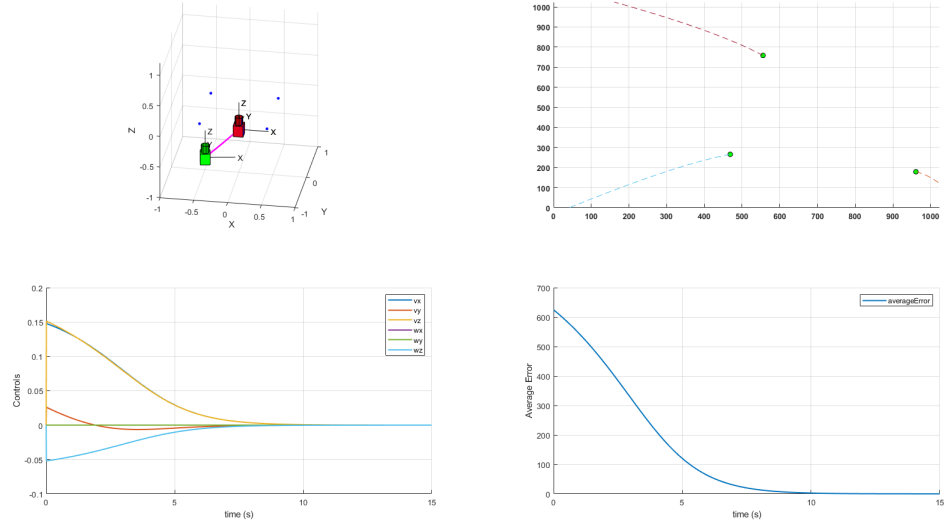


Figura 14. Resultados para un valor de longitud focal $f = 0.04$.

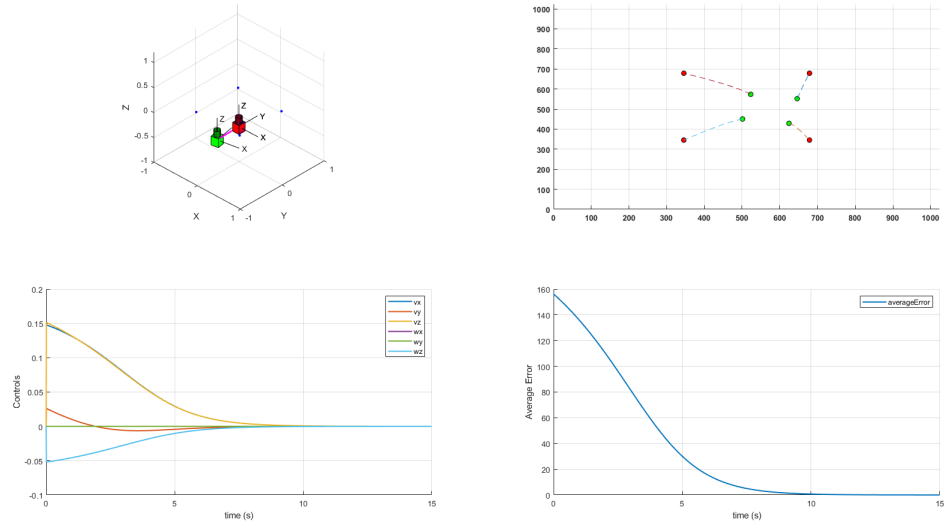


Figura 15. Resultados para un valor de longitud focal $f = 0.001$.

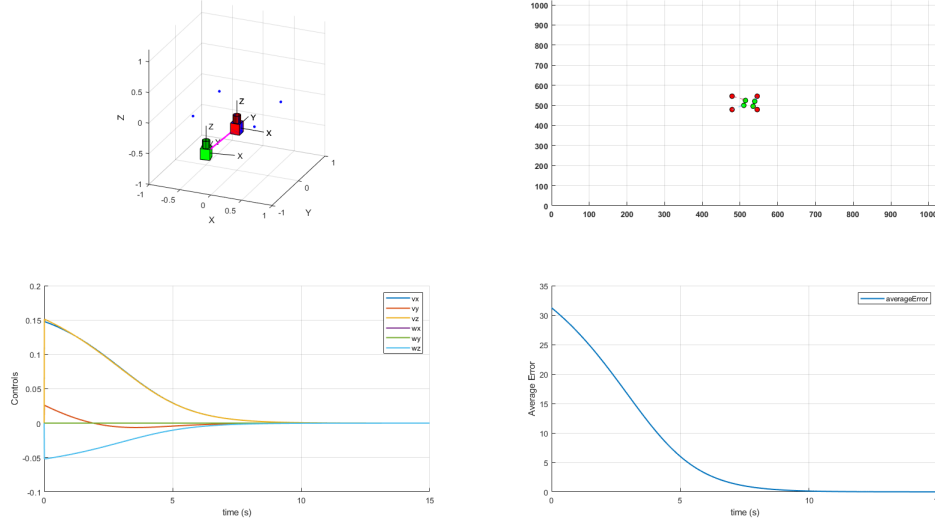


Figura 16. Resultados para un valor de longitud focal $f = 0.0002$.

La longitud focal funciona de cierta manera como una lente de zoom en la cámara. Se puede observar en las figuras 7 y 8 cómo los puntos se ven más lejanos uno de otro (y por tanto la imagen parece estar más cerca) ya que se escoge una longitud focal mayor a la usada con anterioridad $f > 0.002$. Inclusive en la figura 8 éstos salen del plano imagen, sin embargo es posible llevar a cabo el control en simulación ya que es posible el cálculo de las ubicaciones de los puntos aun fuera del plano imagen.

De manera contraria, con valores de longitud focal menores a la usada, $f < 0.002$, los puntos se ven más cerca uno de otro en la imagen (haciendo que la imagen se vea más lejos). El comportamiento de los controles en todos los casos son los mismos salvo por la gráfica del error promedio en la que, aunque el comportamiento y el tiempo de convergencia es el mismo en todos los casos, el total del error promedio es más grande para los casos de mayor longitud focal.

4 Uso de las profundidades reales

Ya que se trabaja en simulación, es posible disponer de los valores reales de profundidad para los puntos en el espacio 3D. Haciendo uso de ellos se propone el cálculo del control de tal forma que en cada iteración se usen estos valores para formar y usar la matriz de iteración o jacobiano de imagen. A continuación se presentan los resultados aplicando a los vectores de características iniciales s_1 y s_2 , mismos a los usados en las figuras 2 y 3, tomando como vector de características deseadas s_{goal} como usualmente se ha usado.

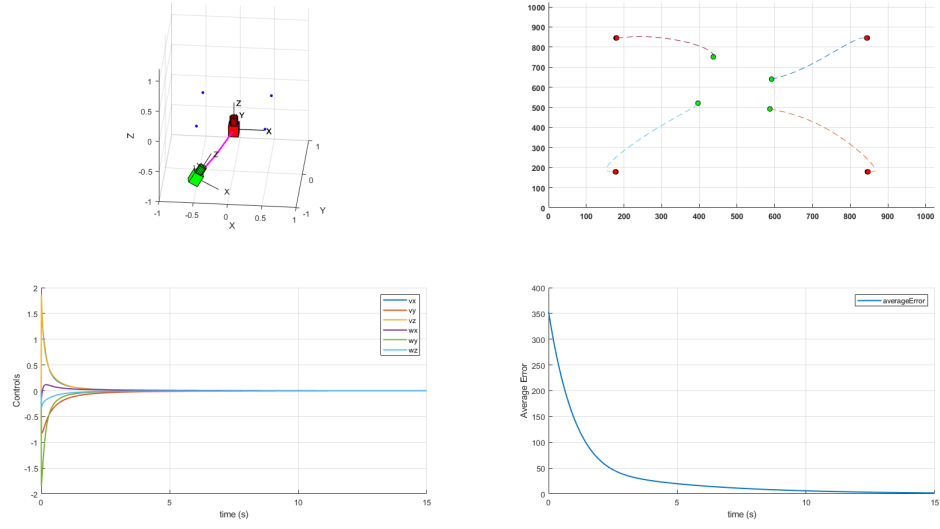


Figura 17. Resultados a partir del vector de características s_1 .

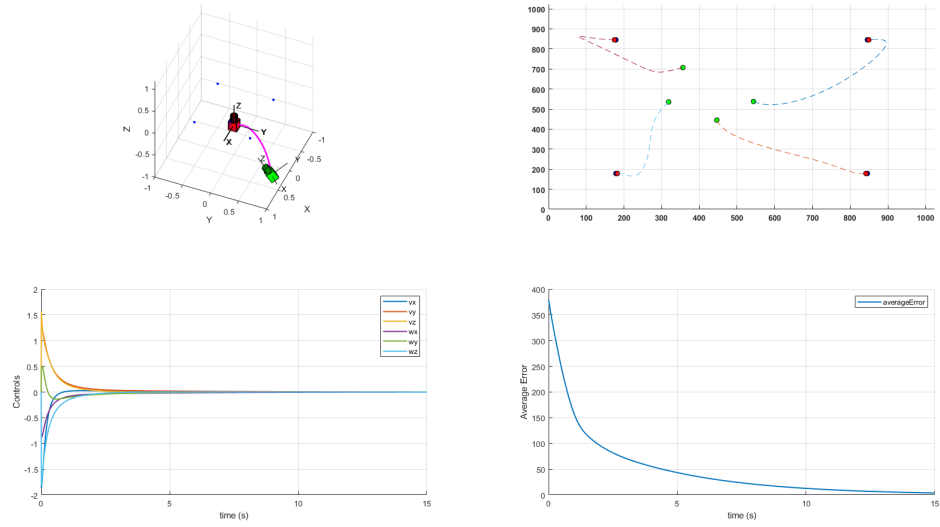


Figura 18. Resultados a partir del vector de características s_1 .

Diferente al comportamiento registrado en las figuras 2 y 3, en las figuras 11 y 12 se mantiene un comportamiento exponencial desde el inicio de la simulación. Esto es debido a la disposición del jacobiano de imagen en cada iteración a lo largo de la simulación. Cabe resaltar también que, contrario a la figura 3, en la figura 12 la trayectoria de los puntos no salen del plano imagen.