**Resumen**

**Herramientas matemáticas para la localización espacial**

Para que el robot pueda realizar las tareas de manipulación que le son encomendadas es necesario que conozca la posición y orientación de los elementos a manipular con respecto a la base del robot. Se entiende entonces que la necesidad de contar con una serie de herramientas matemáticas que permitan especificar la posición y orientación en el espacio de piezas, herramientas y, en general, de cualquier objeto.

**Representación de la posición**

La localización de un cuerpo rígido en el espacio precisa de especificar tanto su posición como su orientación. Ambos deben ser establecidos en relación a un sistema de referencia definido, pudiéndose hacer uso de diferentes modos o herramientas para especificar la relación entre la posición y orientación del cuerpo rígido y los sistemas de referencia.

**Representación de la orientación**

Un punto queda totalmente definido en el espacio a través de los datos de su posición. Una orientación en el espacio tridimensional viene definida por tres grados de libertad o tres componentes linealmente independientes. De forma general esta relación vendrá dada por la posición y orientación del sistema asociado al objeto respecto al de referencia. Para el análisis de los distintos métodos de representar orientaciones se supondrá que ambos sistemas coinciden en el origen, y que por tanto, no existe cambio alguno de su posición entre ellos.

**Matrices de transformación homogénea**

En los epígrafes anteriores se han estudiado distintos métodos de representar la posición o la orientación de un sólido en el espacio. Pero ninguno de estos métodos por si solo permite una representación conjunta de la posición y de la orientación (localización). Las matrices de transformación homogénea, permiten esta transformación conjunta, facilitando su uso mediante el álgebra matricial.

**Aplicación de los cuartenios**

Un cuartenio está conformado por cuatro componentes (q0, q1, q2, q3) que representan las coordenadas del cuartenio en una base [e, i, j, k]. Sobre los elementos de la base se define una ley de composición interna (producto). De este modo los cuartenios forman un grupo cíclico de orden cuatro. A continuación, se describen algunas propiedades útiles de los cuartenios a la hora de su utilización para realizar transformaciones.

**Relación y comparación entre los distintos métodos de localización espacial**

En los epígrafes anteriores se han explicado una serie de métodos para poder utilizar la localización espacial de un sólido y de un sistema de referencia asociado. Cada uno de ellos representa una serie de características que le hacen más o menos apto para una determinada aplicación. Así, algunos solo sirven para la representación de orientación, mientras, otros, por ejemplo, son especialmente útiles para la composición de rotaciones.

**Utilización de MATLAB para el modelado y simulación de robots**

MATLAB proporciona una valiosa herramienta de apoyo para el desarrollo de cálculos habituales en el modelado de robots. Estas capacidades se ven aumentadas con dos ToolBox. La primera de ellas es la ToolBox de cálculo simbólico, que será usada al objeto de poder definir y manipular transformaciones de rotación traslación de manera genérica. La segunda es la ToolBox desarrollada por Corke específicamente para robótica. Esta aporta numerosos tipos de datos y operaciones específicas para el modelado de robots, por lo que su empleo supone una apreciable ayuda. La ToolBox de robótica para MATLAB puede ser descargada.

**Cuartenios Matriz de transformación homogénea**

El paso de los cuartenios a la matriz de transformación homogénea y viceversa, se pueden deducir fácilmente utilizando como representación auxiliar intermedia el eje y el ángulo de rotación. A continuación, se expresan las relaciones finales, obrando los desarrollos intermedios que se pueden encontrar.

**Relación entre los distintos métodos de localización espacial**

Ya que los métodos vistos para la representación espacial son equivalentes es decir, se expresan lo mismo de forma distinta, deberá existir un modo de pasar de un tipo de representación a otro. A continuación, se muestran la relaciones de paso que se utilizan más frecuentemente a través de ellas es posiblemente pasar de una representación a cualquier otra, aunque en algunos casos sea más cómodo utilizar una representación auxiliar intermedia.

**Ángulos de Euler: Matriz de transformación homogénea**

Ya se ha mencionado en diferentes ocasiones, que los ángulos de Euler solo son capaces de realizar una representación de la orientación.

**Relación directa**

La obtención de la matriz homogénea correspondiente a cada conjunto de ángulos de Euler es inmediata, bastará con componer las matrices que representan las rotaciones que definen los propios ángulos.

**Relación inversa**

El paso de la representación mediante matriz homogénea a cualquiera de los conjuntos de ángulos de Euler puede realizarse a partir de la correspondiente relación directa despejando de ella los valores de 0, 0 y Y. Así, en el caso de la ecuación del elemento puede obtenerse del valor de 0. Obteniendo este, y puede obtenerse tanto. Este modo de operar es solo válido siempre y cuando 0 no valga 0 o 3.1416. En este caso el Sen (0) valdrá 0 y no será posible obtener 0 ni Y de los elementos. Se deberá entonces reunir al resto de los elementos de la expresión, pudiéndose obtener de este modo el valor de la suma Y + 0 y no los valores individuales.

**Par de rotación: Matriz de transformación homogénea**

Al igual que en el caso de los ángulos de Euler, mediante un eje y ángulo de rotación solo es posible representar orientación; de ahí que quede únicamente definida la submatriz de rotación R3x3 de la matriz homogénea de transformación.

**Composición de matrices homogéneas**

Anteriormente, se ha mencionado que una matriz de transformación homogénea sirve, entre otros casos, para representar, el giro y la traslación realizados, sobre un sistema de referencia.