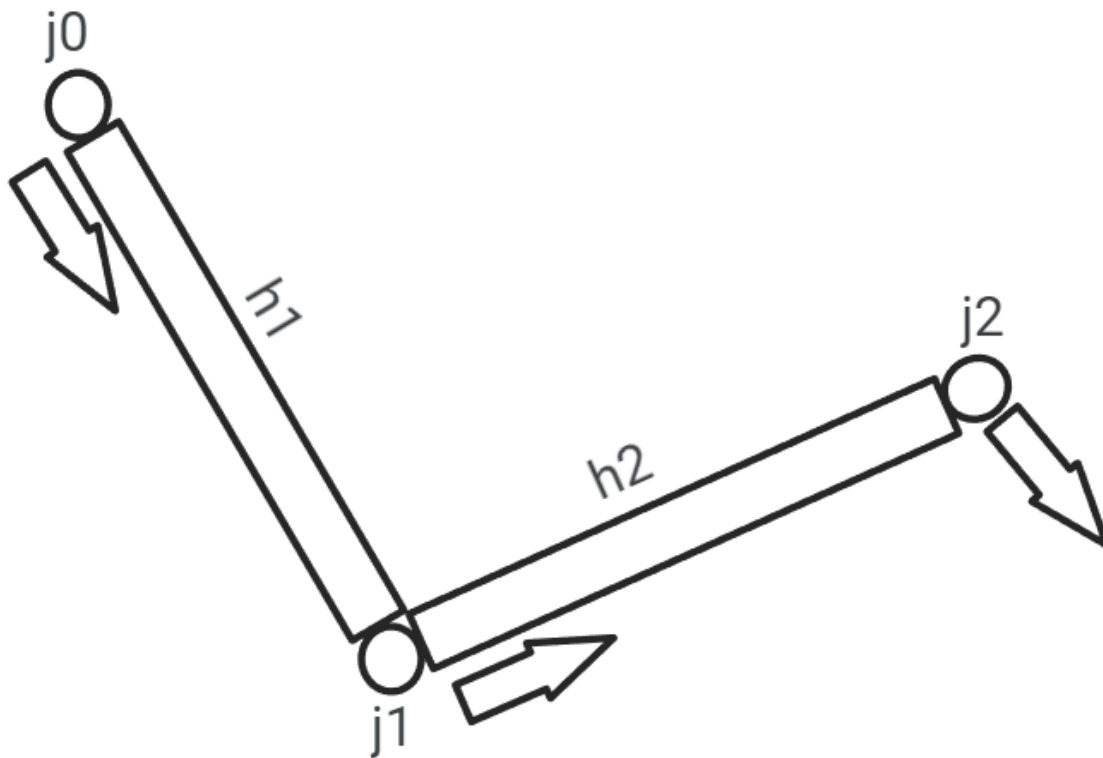


En este problema estaremos caracterizando el movimiento de dos huesos usando distintos sistemas de coordenadas y usando marcadores virtuales.

Un hueso puede ser considerado como una barra de longitud en este caso constante, moviéndose en el espacio tridimensional. Esta barra tiene todos los grados de libertad traslacionales y rotacionales posibles en el espacio euclidiano 3D.

La caracterización de estas barras (huesos) se puede hacer a través de la caracterización de cada uno de sus extremos, que en una cadena cinemática como la del esqueleto humano es llamada bisagra (joint). Esto es más información de la necesaria para caracterizar los huesos cuando estos son de longitud constante. Dado que en una cadena cinemática se buscan caracterizar los joints, la componente de posición del punto final del hueso permanece constante vectorialmente dejando variar únicamente la rotación desde el marco de referencia del joint anterior.



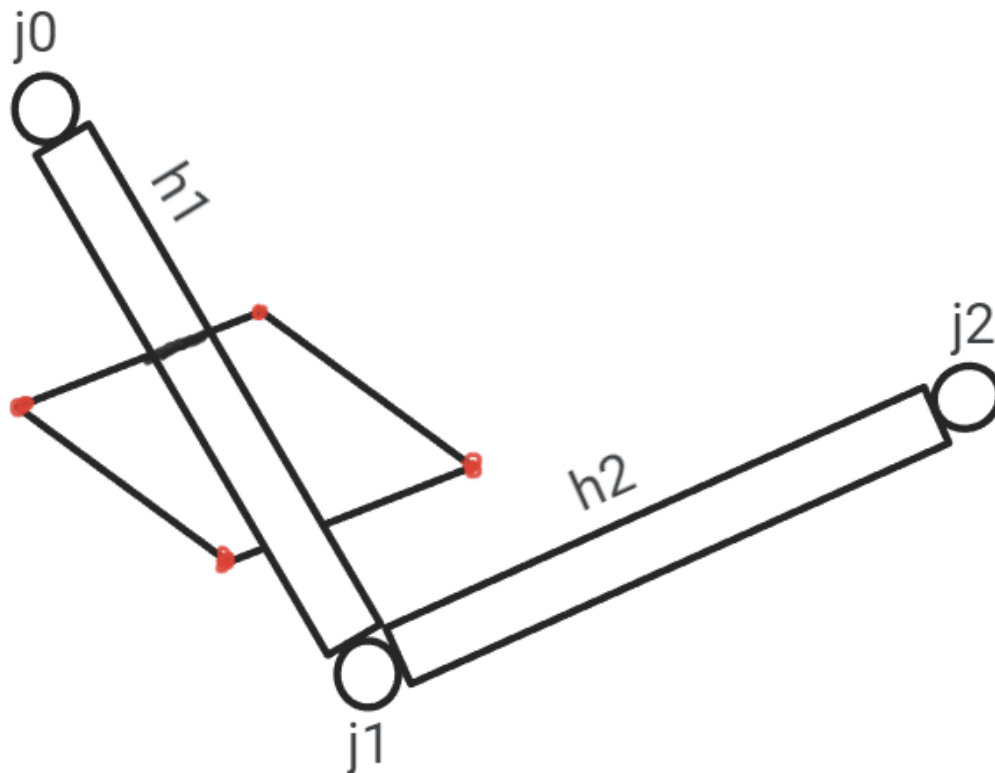
Usualmente el análisis de cadenas cinemáticas se hace jerárquicamente y la caracterización del movimiento de cada joint se da en el marco de referencia del joint anterior.

Esto quiere decir que **j0** está caracterizado por una posición **p0** y una rotación **R0**, donde en este caso asumimos que **R0** apunta justo en la dirección (del eje Z) de **j1** o en otras palabras, el vector posición **j1** es de la forma $(0,0,z)$ en el marco de referencia dado por **R0, p0**. Si nos preocupamos solo por calcular las posiciones, solo es necesario la posición del joint actual (en

el marco de referencia del joint anterior) y la rotacion y posicion del joint anterior que determinan dicho marco de referencia.

Notese que el joint j_2 no tiene un joint hijo, la cadena cinematica termina alli. Estos joints se conocen como end effectors. En este caso, como no tenemos una posicion de algun " j_3 " que calcular, no nos sera de utilidad la orientacion del joint j_2

En animaciones de MoCap, la captura del movimiento del esqueleto humano se hace usando puntos de referencia llamados markers, que usualmente estan adjuntos a un hueso y lo acompanan en su movimiento. Dado que un punto tridimensional no posee los grados de libertad para caracterizar rotaciones, varios puntos (markers) son usados para caracterizar el movimiento completo, incluyendo la rotacion de un joint. Estos markers usualmente conforman un cuerpo rigido para facilitar la caracterizacion de la traslacion, rotacion que caracteriza a cada joint.



En este ejercicio tendremos un set-up parecido al de la anterior imagen, donde el cuerpo rigido, denotado por los puntos rojos estan asociados al joint **j0**. En primera instancia tenemos acceso unicamente a las siguientes cantidades:

- Las posiciones **globales** de los puntos rojos que en este caso forman un hexagono irregular.
- La posicion vectorial de **j0** a **j1** (**p1**) en el marco de referencia de **j0**.
- La orientacion de **j1** desde el marco de referencia de **j0** (Incluyendo rotacion y traslacion)
- La posicion vectorial de **j1** a **j2** (**p2**) en el marco de referencia de **j1**
- Un modelo del cuerpo rigido en un sistema de referencia que determinamos como global, donde **j0** esta en el origen cuyo sistema de coordenadas esta orientado de tal manera que **j1** queda unicamente en el eje **Z**.

El objetivo del ejercicio es obtener las posiciones globales de **j0**, **j1** y **j2** dada la informacion proporcionada.

Para esto sugerimos los siguientes pasos:

- 1) Obtener la caracterizacion de la posicion y rotacion (matriz homogenea) asociada al joint **j0** usando los markers que forman un cuerpo rigido. Se puede definir esta transformacion (rotacion + traslacion) como la transformacion que lleva el cuerpo rigido modelo a cada una de las instancias de cuerpo rigido en cada frame. En cada frame el cuerpo rigido puede variar un poco frente al modelo entonces esta transformacion no es exacta.
- 2) Una vez obtenida la transformacion que caracteriza la posicion y rotacion de **j0** el vector posicion que va de **j0** a **j1** (**p1**) para obtener la posicion global de **j1**. Recuerde que esta distancia esta en el marco de referencia de **j0** que debio haber sido encontrado.
- 3) Una vez obtenida la caracterizacion (posicion+rotacion) global de **j1** aplicar la transformacion al vector local de posicion de **j2** (**p2**) que va de **j1** a **j2** en el marco de referencia local de **j1**.
- 4) **Bonus**. Si todo ha quedado bien, la distancia global entre los vectores posicion **j0** y **j1** asi como la distancia entre **j1** y **j2** debe permanecer constante dentro con varianza numericamente despreciable.
- 5) **Bonus2**. Graficar las 3 posiciones en una animacion usando cualquier libreria que tenga a disposicion.