

Resumen

El objeto de la presente Tesis es la aplicación de técnicas de síntesis de mecanismos al diseño de dispositivos médicos, destinados a mover de forma controlada alguna parte del cuerpo, con el fin de poder fabricar dispositivos personalizados para cada paciente. Se distingue entre los dispositivos que realizan el movimiento por medio de mecanismos articulados y aquellos que utilizan levas para controlar el desplazamiento. A lo largo del trabajo se presenta una metodología genérica que puede ser aplicada para el diseño de cualquier dispositivo de este tipo.

Se han realizado tres aplicaciones prácticas de la metodología propuesta. Entre los dispositivos que se mueven con mecanismos articulados, se ha diseñado un exoesqueleto para la rehabilitación de un dedo de la mano y un exoesqueleto para mover todos los dedos de la mano a excepción del pulgar. Entre los que se mueven por medio de levas, se ha desarrollado un dispositivo de avance mandibular para el tratamiento de la apnea del sueño.

La personalización de los exoesqueletos permite simplificar y abaratar los dispositivos, lo cual debería ayudar a popularizar su uso. En la actualidad, el precio y la sofisticación de los exoesqueletos es tan elevada que es excepcional encontrarlos, incluso en centros de rehabilitación especializados.

Por otra parte, la personalización de los dispositivos para el tratamiento de la apnea del sueño teniendo en cuenta el comportamiento cinemático de la mandíbula del paciente, aumenta la efectividad del tratamiento. Al controlar el avance de la mandíbula en función de la apertura de la boca, se garantiza que no existe retrusión en ningún momento, evitando de este modo el colapso de las vías superiores.

En general, el diseño de los dispositivos empieza con un estudio cinemático de la parte del cuerpo afectada para poder desarrollar un modelo cinemático de la misma y definir los datos necesarios para resolver el problema. Se le da especial relevancia al

hecho de que los datos sean sencillos de obtener. En el caso del dispositivo mandibular se desarrollan dos métodos diferentes para resolver el problema cinemático de posición en función de los datos de los que se dispone. En general, la mejor opción es poder medir las distancias y ángulos necesarios en una radiografía o un escáner. En el caso de los exoesqueletos, es necesario realizar además un video del movimiento del paciente para medir, en distintos fotogramas, las posiciones deseadas a lo largo de un ciclo.

Una vez desarrollado el modelo cinemático, el siguiente paso es definir un problema de optimización. La solución de este problema será un sistema mecánico adaptado a las características del paciente. Para su resolución se utiliza un algoritmo evolutivo desarrollado en el grupo de investigación IMMA de la Universidad de Málaga, cuyo funcionamiento se explica en esta Tesis.

En el proceso de diseño de los exoesqueletos, se utiliza el software de síntesis y análisis de mecanismos WinMecC, también desarrollado por el grupo IMMA de la Universidad de Málaga. Este software resulta de gran utilidad para abordar la síntesis de tipo y definir la topología del mecanismo articulado que ha de ser empleado en cada caso según el movimiento que se desea reproducir. También se utiliza WinMecC para validar los resultados obtenidos.

Finalmente, los dispositivos se modelan con un software paramétrico de modelado de sólidos, que además de permitir simular su funcionamiento, permite generar los ficheros necesarios para fabricar el dispositivo con una impresora 3D. En el caso del exoesqueleto para la mano, se ha realizado el modelado, de manera que el resultado de la impresión es el sistema mecánico del exoesqueleto completamente montado.