

# ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS DE MÚSCULOS ARTIFICIALES USANDO CONTORNOS ACTIVOS Y VISIÓN ESTEREOSCÓPICA

Rafael Berenguer Vidal

R. Verdú Monedero, J. Morales Sánchez, L. Weruaga Prieto

Dpto. de Telecomunicaciones  
Universidad Católica Murcia

Dpto. de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones  
Universidad Politécnica de Cartagena

rberenguer@pdi.ucam.edu

rafael.verdu@upct.es juan.morales@upct.es luis.weruaga@upct.es

## ABSTRACT

Conducting polymers have the ability to transform electrical energy into mechanical energy through an electrochemical reaction. Artificial muscles are formed by attaching a conducting polymeric film to a non-conducting one. Applying an electrical current on the muscle, a bending movement appears on it. A one-cam computer vision system has performed this study of electromechanical properties using active contour models. This system shows the movement only in the normal direction of the camera. In this paper we propose a preliminary two-cam stereovision system to study these properties in 3D.

## 1. INTRODUCCIÓN

Al aplicar una corriente eléctrica sobre un polímero conductor, se produce una transformación de la energía eléctrica en energía mecánica a escala molecular. El efecto macroscópico resultante es una contracción y expansión de su volumen.

Combinando de forma adecuada capas de polímero conductor con capas no conductoras, se puede obtener membranas con un movimiento de torsión controlable [1].

Los músculos artificiales son dispositivos basados en tecnología de polímeros multicapa. Al aplicar una corriente se produce un movimiento y una curvatura en el músculo que es función de dicha corriente.

Para el desarrollo y mejora de la eficiencia de estos dispositivos es importante tener un correcto conocimiento del comportamiento electromecánico del dispositivo. Por ello es necesario determinar el movimiento, velocidad y distribución de la curvatura a lo largo de la membrana. En [2] se describe un método basado en contornos activos deformables (*snakes*) diseñado para la caracterización de forma automática de estos parámetros de los músculos.

El método utiliza una cámara conectada a un ordenador personal que captura imágenes y registra datos del músculo en movimiento. Utilizando *snakes* se determina la posición del músculo en cada frame. A partir de los parámetros del contorno, se obtienen el resto de parámetros de interés, el movimiento, velocidad y energía de curvatura del músculo a lo largo del tiempo y de la longitud del músculo.

Al utilizar una sola cámara, este método estima el movimiento en dos dimensiones. El objetivo de este artículo es presentar un método basado en [2] que mediante el uso de dos cámaras y

visión estereoscópica es capaz de determinar el movimiento y resto de parámetros del músculo en tres dimensiones.

## 2. ADQUISICIÓN DE LOS DATOS

Se pretende que el proceso de medida sea totalmente automático, con el fin de sea viable la realización de campañas de medidas para mejora de las características de los músculos artificiales.

El sistema diseñado tiene que ser capaz de localizar de forma automática el músculo, determinar la posición de las cámaras y registrar el movimiento del músculo desde las dos cámaras. Con esta información podrá determinar las características del músculo en tres dimensiones mediante el uso de *snakes*.

### 2.1. Prototipo del sistema de medida

El sistema de medida utilizado en la fase de prototipado, utiliza dos cámaras analógicas Sony EVI-D31. Estas cámaras tienen 3 grados de movimiento (acimut, elevación y zoom) controlables mediante el interfaz de comunicaciones serie VISCA. Las cámaras se conectan entre sí y con el ordenador de control en configuración daisy chain.

El protocolo VISCA se basa en el envío y reconocimiento de paquetes en los que se especifica acciones a realizar por los dispositivos. Aplicado a las cámaras del sistema, en los paquetes se indica los comandos de movimientos que debe realizar la cámara y sus parámetros. El más utilizado es el movimiento en acimut indicando como parámetros el incremento en grados respecto de la posición actual o la posición final en la que quedará la cámara tras ejecutar la orden.

Para la digitalización de los datos se utiliza una tarjeta de adquisición de vídeo Matrox Meteor-II. Esta tarjeta permite digitalizar señales de vídeo de las dos cámaras al poseer varias entradas analógicas.

Al no poder capturar de varias entradas simultáneamente, se conmuta y se captura alternativamente de cada una de las dos señales de entrada, obteniendo una tasa de 12 fps real para cada entrada, velocidad suficiente para la medida debido a la lenta variación del músculo.

Mediante una aplicación –figura 1- se realiza el control de las cámaras, tarjeta de adquisición y el proceso de estimación que se describe en este artículo. El proceso sigue las fases que se describen, con la posibilidad de automatizarlo por completo o bien, realizarlos paso a paso.

## 2.2. Posicionamiento de las cámaras

Con el fin de obtener la visión estereoscópica del músculo a partir de las dos proyecciones que proporcionan las dos cámaras, es necesario disponer de la posición de las cámaras con respecto al músculo. Por este motivo, la primera acción que se realiza es la búsqueda y localización de las cámaras entre sí.

En primera aproximación, se opta por situar tanto las cámaras como el músculo en el mismo plano horizontal. Así la búsqueda se reduce a un proceso iterativo de movimiento horizontal de cada cámara y procesado de la imagen para determinar el ángulo en el que ambas cámaras se apuntan entre sí.

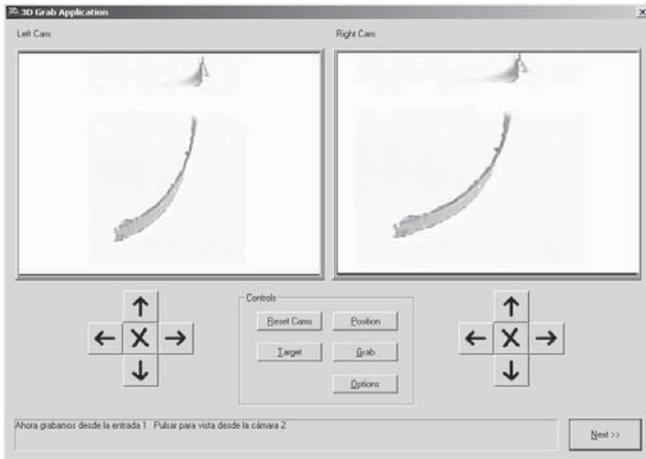


Figura 1. Aplicación del Sistema de Medida.

## 2.3. Localización automática del objetivo

El proceso de localización del músculo, se simplifica si consideramos el objetivo situado en el mismo plano que las cámaras. Así, sólo se necesita saber el ángulo en el plano horizontal en el que cada cámara apunta al objetivo.

Para este objetivo se puede utilizar un algoritmo similar al de posicionamiento de cámaras. En este caso, el alto contraste de luminosidad entre el músculo -de tono oscuro- y el fondo -de color claro- facilita el proceso.

En una segunda fase, tras localizar el objetivo, se deberá maximizar su tamaño en la pantalla utilizando el zoom óptico proporcionado por las cámaras.

## 2.4. Adquisición de vídeo y preprocesado

Debido a la necesidad de conmutación entre las dos entradas de vídeo, el vídeo se captura alternativamente desde ambas cámaras optimizando el proceso para que la diferencia entre los instantes de captura entre las dos cámaras sean mínimos.

A continuación se efectúa unas tareas de preprocesado antes de estimar el movimiento. Las cámaras entregan una señal de vídeo PAL, por consiguiente en primer lugar se suprime el entrelazado y realiza un zoom horizontal 50% para mantener formato 4:3 original. En segundo lugar se realiza una segmentación del músculo aplicando un umbral en la luminosidad del píxel.

## 3. ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS

### 3.1. Detección de movimiento

Para estimar el movimiento se utilizan los contornos activos deformables [3]. Este método funciona muy bien con los movimientos no rígidos característicos de los músculos artificiales. Un contorno activo o snake es una curva definida en el plano de la imagen de cada cámara y es función de la longitud del músculo y del tiempo. Este contorno se adapta en cada instante a la imagen del músculo en cada cámara mediante el método propuesto en [2].

### 3.2. Construcción del contorno en tres dimensiones

Con la posición de las cámaras y objetivo y la longitud focal de las cámaras, es posible obtener el contorno en tres dimensiones a partir de las dos contornos calculados anteriormente [4].

De esta forma podemos caracterizar mediante un solo contorno tridimensional la forma del músculo en cada frame.

### 3.3. Cálculo de los parámetros mecánicos del músculo

A partir de la posición del contorno en cada frame, se obtienen el resto de parámetros buscados [2], siendo el movimiento del músculo y la energía de curvatura los más interesantes.

## 4. CONCLUSIONES

En este artículo hemos presentado un sistema para la caracterización de las propiedades de los músculos artificiales utilizando visión estereoscópica mediante dos cámaras y contornos activos deformables para estimar la forma, posición y otros parámetros del músculo a lo largo del tiempo.

## 5. REFERENCIAS

- [1] Otero, T.F. and Sansiana, J.M., "Bilayer dimensions and movement of artificial muscles" *Bioelectrochem. Bioenergetics* 47, 117, 1997
- [2] Verdú, R., Morales, J., Fernandez-Romero, A.J., Cortés, M.T., Otero, T.F., Weruaga, L. "Mechanical Characterization of Artificial Muscles with Computer Vision" *SPIE's 9th Annual International Symposium on Smart Structures, 2002*
- [3] Kass, M., Witkin, A. and Terzopoulos, D., "Snakes: Active contour models" *International Journal of Computer Vision* 1(4), p91:108, 1996
- [4] Nasrabadi, N.M.; Chiang, J.L., "A stereo vision technique using curve-segments and relaxation matching" *9th International Conference on Pattern Recognition, 1988*.